



|   |           |  |
|---|-----------|--|
| <p>(51) 国際特許分類6<br/>H05B 33/10, 33/14, G09F 9/30</p>  | <p>A1</p> | <p>(11) 国際公開番号<br/>WO98/24271</p> <p>(43) 国際公開日<br/>1998年6月4日(04.06.98)</p>  |
| <p>(21) 国際出願番号<br/>PCT/JP97/04283</p> <p>(22) 国際出願日<br/>1997年11月25日(25.11.97)</p> <p>(30) 優先権データ<br/>特願平8/313828<br/>1996年11月25日(25.11.96) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)<br/>セイコーエプソン株式会社<br/>(SEIKO EPSON CORPORATION)[JP/JP]<br/>〒163-08 東京都新宿区西新宿二丁目4番1号 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および<br/>(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ)<br/>宮下 悟(MIYASHITA, Satoru)[JP/JP]<br/>木口浩史(KIGUCHI, Hiroshi)[JP/JP]<br/>下田達也(SHIMODA, Tatsuya)[JP/JP]<br/>神戸貞男(KANBE, Sadao)[JP/JP]<br/>〒392 長野県諏訪市大和三丁目3番5号<br/>セイコーエプソン株式会社内 Nagano, (JP)</p> <p>(74) 代理人<br/>弁理士 朝比一夫, 外(ASAHI, Kazuo et al.)<br/>〒105 東京都港区西新橋1丁目18番9号 西新橋ノアビル4階<br/>Tokyo, (JP)</p>  |           | <p>(81) 指定国 CN, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>添付公開書類<br/>国際調査報告書</p> |
| <p>(54)Title: METHOD OF PRODUCING ORGANIC EL ELEMENTS, ORGANIC EL ELEMENTS AND ORGANIC EL DISPLAY DEVICE</p> <p>(54)発明の名称 有機EL素子の製造方法、有機EL素子および有機EL表示装置</p> <p>(57) Abstract<br/>A methods of producing organic EL elements includes a step for forming pixel electrodes (801, 802 and 803) on a transparent substrate (804), and a step for pattern-forming light-emitting layers (806, 807, and 808) of an organic compound on the pixel electrodes relying on an ink-jet system. This makes it possible to easily effect the patterning within short periods of time while maintaining precision, to easily design the films, to optimize the light-cmitting property, and to easily adjust the light-emitting efficiency.</p> <div data-bbox="1003 1234 1409 1852"> <p>The diagrams illustrate the manufacturing process of organic EL elements in five stages:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Stage 1:</b> A transparent substrate (804) with three pixel electrodes (801, 802, 803) formed on its surface.</li> <li><b>Stage 2:</b> A protective layer (805) is formed over the electrodes. A nozzle (809) is shown depositing an ink (810) onto the electrodes.</li> <li><b>Stage 3:</b> The ink is cured to form light-emitting layers (806, 807, 808) on the electrodes.</li> <li><b>Stage 4:</b> A common layer (811) is formed over the light-emitting layers.</li> <li><b>Stage 5:</b> The final structure with the common layer (811) and light-emitting layers (806, 807, 808) on the electrodes (801, 802, 803) on the substrate (804).</li> </ul> </div> |           |  |

(57) 要約

本発明の有機EL素子の製造方法は、透明基板（804）上に画素電極（801）、（802）、（803）を形成する工程と、画素電極上に有機化合物からなる発光層（806）、（807）、（808）をインクジェット方式によりパターン形成する工程とを含むことを特徴とする。これにより、簡便にかつ短時間で精度の高いパターンニングを行うことが可能で、膜設計や発光特性の最適化を簡単に行うことができ、また、発光効率の調整が容易となる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード（参考情報）

|    |              |    |         |    |                   |    |            |
|----|--------------|----|---------|----|-------------------|----|------------|
| AL | アルバニア        | FI | フィンランド  | LT | リトアニア             | SN | セネガル       |
| AM | アルメニア        | FR | フランス    | LU | ルクセンブルグ           | SZ | スワジランド     |
| AT | オーストリア       | GB | イギリス    | LV | ラトヴィア             | TD | チャド        |
| AU | オーストラリア      | GE | グルジア    | MC | モナコ               | TG | トーゴ        |
| AZ | アゼルバイジャン     | GH | ガーナ     | MD | モルドヴァ             | TJ | タジキスタン     |
| BA | ボスニア・ヘルツェゴビナ | GM | ガンビア    | MG | マダガスカル            | TM | トルクメニスタン   |
| BB | バルバドス        | GN | ギニア     | MK | マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国 | TR | トルコ        |
| BE | ベルギー         | GW | ギニア・ビサウ | ML | マリ                | TT | トリニダード・トバゴ |
| BF | ブルキナ・ファソ     | GR | ギリシャ    | MN | モンゴル              | UA | ウクライナ      |
| BG | ブルガリア        | GU | グアム     | MR | モリタニア             | UG | ウガンダ       |
| BJ | ベナン          | DE | ドイツ     | MW | モザンビーク            | US | 米国         |
| BR | ブラジル         | IE | アイルランド  | MX | メキシコ              | UZ | ウズベキスタン    |
| BS | バハマ          | IL | イスラエル   | NE | ニジェール             | VN | ベトナム       |
| CA | カナダ          | IS | アイスランド  | NL | オランダ              | YU | ユーゴスラヴィア   |
| CC | 中央アフリカ共和国    | IT | イタリア    | NZ | ニュージーランド          | ZW | ジンバブエ      |
| CF | コンゴ          | JP | 日本      | PL | ポーランド             |    |            |
| CG | コンゴ          | KE | ケニア     | PT | ポルトガル             |    |            |
| CH | スイス          | KR | 韓国      | RO | ルーマニア             |    |            |
| CI | コートジボワール     | KZ | カザフスタン  | RU | ロシア               |    |            |
| CM | カメルーン        | LA | ラオス     | SE | スウェーデン            |    |            |
| CN | 中国           | LI | リベリア    | SG | シンガポール            |    |            |
| CO | コロンビア        | LR | リベリア    | SK | スロバキア             |    |            |
| CZ | チェコ          | LS | レソト     | SL | シエラレオネ            |    |            |
| DE | ドイツ          |    |         |    |                   |    |            |
| DK | デンマーク        |    |         |    |                   |    |            |
| EE | エストニア        |    |         |    |                   |    |            |
| ES | スペイン         |    |         |    |                   |    |            |

## 明 細 書

有機EL素子の製造方法、有機EL素子および有機EL表示装置

## 技術分野

本発明は、有機EL素子の製造方法、有機EL素子および有機EL表示装置に関する。

## 背景技術

有機EL素子は、蛍光性有機化合物を含む薄膜を、陰極と陽極とで挟んだ構成を有し、前記薄膜に電子および正孔（ホール）を注入して再結合させることにより励起子（エキシトン）を生成させ、このエキシトンが失活する際の光の放出（蛍光・燐光）を利用して発光させる素子である。

この有機EL素子の特徴は、10V以下の低電圧で100～100000 cd/m<sup>2</sup>程度の高輝度の面発光が可能であり、また蛍光物質の種類を選択することにより青色から赤色までの発光が可能なことである。

有機EL素子は、安価な大面積フルカラー表示素子を実現するものとして注目を集めている（電子情報通信学会技術報告、第89巻、No. 106、49ページ、1989年）。この報告によると、強い蛍光を発する有機発光材料を発光層に使用し、青、緑、赤色の明るい発光を得ている。これは薄膜状で強い蛍光を発し、ピンホール欠陥の少ない有機色素を用いることで高輝度のフルカラー表示を実現できると考えられている。

さらに特開平5-78655号公報には、発光材料が有機電荷材料と有機発光材料との混合物からなる有機発光層を設け、これにより濃度消光を防止して高輝度なフルカラー素子を得るとともに発光材料の選択の幅を広げることが提案されている。

また、Appl. Phys. Lett., 64 (1994) p. 815では、ポリビニルカルバゾール（PVK）を発光材料として用い、これに3原色RGBに相当する色素をドーブ

することにより白色発光を得たという報告がされている。しかし、いずれの場合にも実際のフルカラー表示パネルの構成や製造方法については示されていない。

前述の有機発光材料を用いた有機薄膜EL素子は、フルカラー表示装置を実現するために、3原色を発光する各有機発光層を画素毎に配置する必要がある。ところが、有機発光層を形成するポリマーや前駆体がフォトリソグラフィ等のパターンニング工程に対して耐性がなく、精度良くパターンニングを行うことは非常に困難であるという問題があった。

また、真空蒸着法によって数層もの有機層を形成する場合は、長時間を要するため効率的な素子の製造方法とは言えないものであった。

#### 発明の開示

本発明の目的は、簡便にかつ精度の高いパターンニングを行なうことができるとともに、膜設計の最適化を簡単に行うことができ、さらに発光特性に優れた有機EL素子の製造方法、有機EL素子および有機EL表示装置を提供することにある。

このような目的を達成するために、本発明にかかる有機EL素子の製造方法は、透明基板上に画素電極を形成する工程と、前記画素電極上に有機化合物からなる少なくとも1色の発光層をパターン形成する工程と、前記画素電極に対向する陰極を形成する工程とを有し、前記発光層の形成をインクジェット方式により行うことを特徴とする。

前記有機化合物は高分子有機化合物であることが好ましい。この場合、高分子有機化合物は正孔注入輸送型材料であることが好ましい。このような、前記高分子有機化合物はポリパラフェニレンビニレンおよびその誘導体、またはそれらのうち少なくともいずれか一方を有する共重合体であることが好ましい。

なお、上記高分子有機化合物のように有機発光材料自身が正孔注入輸送型材料ではない場合、発光層中に発光材料とは別に正孔注入輸送型材料を添加することも可能である。

前記発光層は3色あって、該3色の前記発光層のうち少なくとも2色をインクジェット方式によりパターン形成することが好ましい。前記3色は、赤色、緑色、

青色であって、それらのうち赤色発光層と緑色発光層とを各々インクジェット方式によりパターン形成することが好ましく、この場合、前記青色発光層は真空蒸着法により形成することがより好ましい。また、青色発光層は電子注入輸送型材料からなるものであることが好ましく、例えばアルミニウムキノリノール錯体からなるものが挙げられる。

本発明の有機EL素子の製造方法においては、少なくとも1色の前記発光層と正孔注入輸送層とを積層することが好ましく、また、前記陰極の上に保護膜を形成することが好ましい。

本発明の有機EL素子の製造方法においては、前記透明基板は各画素を駆動するための薄膜トランジスタを有するものであることが好ましい。

また、前記画素電極が透明画素電極であることが好ましい。

さらに本発明の有機EL素子は、透明基板と、前記透明基板上に設けられた画素電極と、前記画素電極上にインクジェット方式によりパターン形成された有機化合物とからなる少なくとも1色の発光層と、前記発光層の上に形成された陰極とを備えることを特徴とする。

前記有機化合物は高分子有機化合物であることが好ましく、前記高分子有機化合物は正孔注入輸送型材料であることがより好ましい。

また、前記高分子有機化合物はポリパラフェニレンビニレンおよびその誘導体、またはそれらのうち少なくとも一方を有する共重合体であることが好ましい。

前記発光層は3色あり、該3色の前記発光層のうち少なくとも2色はインクジェット方式によりパターン形成されたものであることが好ましく、前記3色は、赤色、緑色、青色であって、それらのうち赤色発光層と緑色発光層は各々インクジェット方式によりパターン形成されるものがより好ましい。この場合、前記青色発光層は真空蒸着法により形成されることがさらに好ましい。

前記青色発光層は電子注入輸送型材料からなるものが好ましい。このような青色発光層としてはアルミニウムキノリノール錯体を含むものが挙げられる。

また、少なくとも1色の前記発光層と正孔注入輸送層とが積層されたものが好ましく、前記陰極の上には保護膜が形成されていることが好ましい。

さらに、前記画素電極が透明画素電極であるが好ましい。

本発明の有機EL表示装置は、前述した有機EL素子を有することを特徴とする。

#### 図面の簡単な説明

第1図は本発明の有機EL素子の製造方法の第1実施例を示す断面図である。

第2図は本発明の有機EL素子の製造方法の第2実施例を示す断面図である。

第3図は本発明の有機EL素子の製造方法の第3実施例を示す断面図である。

第4図は本発明の有機EL素子の製造方法の第4実施例を示す断面図である。

第5図は本発明の有機EL素子の製造方法の第5実施例を示す断面図である。

第6図は本発明の有機EL素子の一例を示す断面図である。

第7図は本発明の有機EL素子を用いた有機EL表示装置の一例を示す断面図である。

第8図は本発明の有機EL素子を用いたアクティブマトリクス型有機EL表示装置の一例を示す図である。

第9図はアクティブマトリクス型有機EL表示装置の製造方法の一例を示す断面図である。

第10図は本発明の有機EL素子の製造に用いられるインクジェット用プリンタヘッドの構成例を示す平面斜視図である。

第11図は本発明の有機EL素子の製造に用いられるインクジェット用プリンタヘッドのノズル部分の断面図である。

第12図は本発明の有機EL表示装置の他の実施例を示す図である。

第13図は本発明の有機EL表示装置の概略部分断面図である。

第14図は電極に印加される電圧の駆動波形の一例を示す図である。

第15図は本発明の有機EL素子の他の一例を示す部分断面図である。

#### 発明の実施するための最良の形態

以下、本発明の有機EL素子の製造方法、および有機EL素子を添付図面に示す好適実施例に基づいて詳細に説明する。

第1図は本発明の有機EL素子の製造方法の第1実施例を示す。同図は3色の

フルカラー有機EL素子の製造方法を示すものである。図に示すように、透明基板104上に画素電極101、102、103を形成する工程と、該各画素電極上に有機化合物からなる発光層106、107をパターン形成する工程と、陰極113を形成する工程とを有する有機EL素子の製造方法であって、発光層の形成をインクジェット方式により行うことを特徴とする。

透明基板104は、支持体であると同時に光を取り出す面として機能する。したがって、透明基板104は、光の透過特性や熱的安定性等を考慮して選択される。透明基板材料としては、例えばガラス基板、透明プラスチック等が挙げられるが、耐熱性に優れることからガラス基板が好ましい。

まず、透明基板104上に、画素電極101、102、103を形成する。形成方法としては、例えばフォトリソグラフィ、真空蒸着法、スパッタリング法、パイロソル法等が挙げられるが、フォトリソグラフィによることが好ましい。画素電極としては透明画素電極が好ましく、透明画素電極を構成する材料としては、酸化スズ膜、ITO膜、酸化インジウムと酸化亜鉛との複合酸化物膜等が挙げられる。

次に、隔壁（バンク）105を形成し、上記の各透明画素電極間を埋める。

これにより、コントラストの向上、発光材料の混色の防止、画素と画素との間からの光洩れ等を防止することができる。

隔壁105を構成する材料としては、EL材料の溶媒に対し耐久性を有するものであれば特に限定されず、例えばアクリル樹脂、エポキシ樹脂、感光性ポリイミド等の有機材料、液状ガラス等の無機材料等が挙げられる。また、隔壁105は、上記材料にカーボンブラック等を混入してブラックレジストとしてもよい。

この隔壁105の形成方法としては、例えばフォトリソグラフィ等が挙げられる。

さらに、各画素電極上に、所定のパターンで有機発光層を形成する。有機発光層は3色設けることが好ましく、このうち、少なくとも1色をインクジェット方式により形成することが好ましい。

第1図の実施例では、画素電極101、102の上に、各々インクジェット方式により赤色発光層106および緑色発光層107を形成する。

ここで、インクジェット方式とは、発光材料を溶媒に溶解または分散させ吐出液としてインクジェットプリント装置 109 のヘッド 110 から吐出し、赤色、緑色、青色のような 3 原色またはその中間色のうち少なくとも 1 色の画素を形成することをいう。

かかるインクジェット方式によれば、微細なパターンニングを簡便にかつ短時間で行うことができる。また、吐出量の増減による膜厚の調整、またはインクの濃度調整による発色バランス、輝度等の発光能を容易かつ自由に制御することができる。

なお、有機発光材料が後述する共役高分子前駆体である場合には、インクジェット方式により各発光材料を吐出してパターンニングした後、加熱または光照射等によって前駆体成分を共役化（成膜）し発光層を形成する。

次いで、第 1 図に示すように青色発光層 108 を赤色発光層 106、緑色発光層 107 および画素電極 103 の上に形成する。これにより、赤、緑、青の 3 原色を形成するのみならず、赤色発光層 106 および緑色発光層 107 と隔壁 105 との段差を埋めて平坦化することができる。

かかる青色発光層 108 の形成方法としては特に限定されず、例えば蒸着法、湿式法として一般的な成膜法またはインクジェット法でも形成可能である。

また、青色発光層 108 は、例えばアルミニウムキノリノール錯体のような電子注入輸送型材料から構成することができる。この場合にはキャリアの注入および輸送を促進し、発光効率を向上させることができる。さらに、後述する正孔注入輸送材料からなる層と積層することにより、電極からの電子と正孔とをバランスよく発光層中に注入・輸送することができ、発光効率をより向上させることができる。

さらに、正孔注入輸送型材料等と積層する場合、正孔注入輸送と電子注入輸送とを別々の材料に分けて担わせることができるため、各々に材料の最適設計が可能になる。かかる電子注入輸送層の形成方法としては特に限定されず、例えば蒸着法、湿式法として一般的な成膜法またはインクジェット法でも形成可能である。

なお、電子注入輸送層を形成し得る有機化合物としては、PBD、OXD-8 等のオキサジアゾール誘導体、DSA、アルミニウムキノリノール錯体、Bebq、ト



リアゾール誘導体、アゾメチン錯体、ポルフィン錯体、ベンゾオイキジアゾール錯体等が挙げられ、これらのうち、1種または2種以上を混合もしくは積層して電子注入輸送層を形成することができる。また、上記有機化合物に、後述する蛍光色素をドーピングして電子注入輸送層を形成してもよい。さらに、前記電子注入輸送層が発光機能を担うものであってもよい。

本実施例のように、有機発光層のうち2色をインクジェット方式により形成し、他の1色を別の方法により形成することにより、インクジェット方式にあまり適さない発色材料であっても、インクジェット方式に用いられる他の有機発光材料と組合せることによりフルカラー有機EL素子を形成することができるため、設計の幅が広がる。

インクジェット方式以外の発光層の形成方法としては、例えばフォトリソグラフィ法、真空蒸着法、印刷法、転写法、ディッピング法、スピコート法、キャスト法、キャピラリー法、ロールコート法、バーコート法等が挙げられる。

最後に、陰極（対向電極）113を形成し、本発明の有機EL素子が作製される。陰極113としては金属薄膜電極が好ましく、陰極を構成する金属としては、例えばMg、Ag、Al、Li等が挙げられる。また、これらの他に仕事関数の小さい材料を用いることができ、例えばアルカリ金属や、Ca等のアルカリ土類金属およびこれらを含む合金を用いることができる。このような陰極113は蒸着法およびスパッタ法等により設けることができる。

以上のような工程を経て本発明の有機EL素子が製造される。すなわち、第1図に示すように透明基板104上に設けられた画素電極101および102の上に、各々インクジェット方式によりパターンニングされた有機化合物からなる赤色発光層106、緑色発光層107が形成され、さらに前記発光層106、107、および画素電極103の上に青色発光層108が真空蒸着法により形成されている。そして、その上に陰極113が設けられ、本発明の有機EL素子が完成する。

さらに、第6図に示すように陰極413の上に保護膜415が形成されていてもよい。保護膜415を形成することにより、陰極413および各発光層406、407、408の劣化、損傷および剥離等を防止することができる。

このような保護膜415の構成材料としては、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、

液状ガラス等が挙げられる。また、保護膜 4 1 5 の形成方法としては、例えばスピンコーティング法、キャストリング法、ディッピング法、バーコート法、ロールコート法、キャピラリー法等が挙げられる。

発光層は有機化合物からなるものが好ましく、高分子有機化合物からなるものがより好ましい。有機化合物からなる発光層を設けることにより、低電圧で高輝度の面発光を可能にすることができる。また、発光材料の幅広い選択により E L 発光素子の合理的設計が可能となる。

特に高分子有機化合物は成膜性に優れ、また高分子有機化合物からなる発光層の耐久性は極めて良好である。また、可視領域の禁止帯幅と比較的高い導電性を有しており、なかでも共役系高分子はこのような傾向が顕著である。

有機発光層材料としては、高分子有機化合物そのもの、または加熱等により共役化（成膜）する共役高分子有機化合物の前駆体等が用いられる。

共役化（成膜）する前の前駆体を発光材料として用いる場合には、インクジェットの吐出液として粘度等の調整が容易であり、精密なパターンニングが可能で、発光層の発光特性や膜性状を容易に制御することができる。

発光層を形成する高分子有機化合物は、正孔注入輸送型材料であることが好ましい。これによりキャリアの注入および輸送を促し、発光効率を向上させることができる。

発光層を形成し得る有機化合物としては、例えば P P V（ポリ（パラフェニレンビニレン））またはその誘導体、P T V（ポリ（2,5-チエニレンビニレン））等のポリアルキルチオフェン、P F V（ポリ（2,5-フリレンビニレン））、ポリパラフェニレン、ポリアルキルフルオレン等のポリアリレンビニレン、ピラゾリンダイマー、キノリジンカルボン酸、ベンゾピリリウムパークロレート、ベンゾピラノキノリジン、ルブレン、フェナントロリンユウロビウム錯体等が挙げられ、これらを 1 種または 2 種以上を混合して用いることができる。

これらのなかでも共役高分子有機化合物である P P V またはその誘導体が好ましい。P P V またはその誘導体の共役化（成膜）前の前駆体は、水あるいは有機溶媒に可溶であり、インクジェット方式によるパターン形成に適している。また、高分子であるため光学的にも高品質で耐久性に優れた薄膜を得ることができる。

さらに、PPVまたはその誘導体は強い蛍光を持ち、二重結合の $\pi$ 電子がポリマー鎖上で非極在化している導電性高分子でもあるためPPVの薄膜は正孔注入輸送層としても機能し、高性能の有機EL素子を得ることができる。

さらに、高分子有機発光層材料を用いる場合の有機EL素子用組成物は、少なくとも1種の蛍光色素を含むことも可能である。これにより、発光層の発光特性を変化させることができ、例えば、発光層の発光効率の向上、または光吸収極大波長（発光色）を変える手段として有効である。

すなわち、蛍光色素は単に発光層材料としてではなく、発光機能そのものを担う色素材料として利用することができる。例えば、PPV等のような共役系高分子有機化合物分子上のキャリア再結合で生成したエキシトンのエネルギーをほとんど蛍光色素分子上に移すことができる。この場合、発光は蛍光量子効率が高い蛍光色素分子からのみ起こるため、EL素子の電流量子効率も増加する。したがって、有機EL素子用組成物中に蛍光色素を加えることにより、同時に発光層の発光スペクトルも蛍光分子のものとなるので、発光色を変えるための手段としても有効となる。

なお、ここでいう電流量子効率とは、発光機能に基づいて発光性能を考察するための尺度であって、下記式により定義される。

$$\eta_e = \text{放出されるフォトンのエネルギー} / \text{入力電気エネルギー}$$

そして、蛍光色素のドーピングによる光吸収極大波長の変換によって、例えば、青、緑の3原色を発光させることができ、その結果フルカラー表示装置を得ることが可能となる。

さらに蛍光色素をドーピングすることにより、EL素子の発光効率を大幅に向上させることができる。

赤色発光層に用いられる蛍光色素としては、レーザー色素のDCMあるいはローダミンまたはローダミン誘導体、ペリレン等を用いることができる。これらの蛍光色素は、低分子であるため溶媒に可溶であり、またPPV等と相溶性がよく、均一で安定した発光層の形成が容易である。ローダミン誘導体蛍光色素としては、例えばローダミンB、ローダミンBベース、ローダミン6G、ローダミン101過塩素酸塩等が挙げられ、これらを2種以上混合したものであってもよい。

また、緑色発光層に用いられる蛍光色素としては、キナクリドン、ルブレン、DCJTおよびそれらの誘導体が挙げられる。これらの蛍光色素は上記赤色蛍光色素と同様、低分子であるため溶媒に可溶であり、またPPV等と相溶性がよく発光層の形成が容易である。

青色発光層に用いられる蛍光色素としては、ジスチリルビフェニルおよびその誘導体が挙げられる。これらの蛍光色素は上記赤色蛍光色素と同様、水溶液に可溶であり、またPPV等と相溶性がよく発光層の形成が容易である。

また、他に青色発光層に用いられる蛍光色素としては、クマリンおよびクマリン-1、クマリン-6、クマリン-7、クマリン120、クマリン138、クマリン152、クマリン153、クマリン311、クマリン314、クマリン334、クマリン337、クマリン343等のクマリン誘導体が挙げられる。

さらに別の青色発光層に用いられる発光材料としては、テトラフェニルブタジエン(TPB)またはTPB誘導体、DPVB<sub>i</sub>等が挙げられる。これらの発光材料もまた上記赤色蛍光色素等と同様、低分子であるため溶媒に可溶であり、またPPV等と相溶性がよく発光層の形成が容易である。

以上のような蛍光色素および発光材料は、1種または2種以上を混合して用いることができる。

本発明の有機EL素子の製造方法において使用されるインクジェット用ヘッドの構造を第10図および第11図に示す。

当該インクジェット用ヘッド10は、例えばステンレス製のノズルプレート11と振動板13とを備え、両者は仕切部材(リザーバプレート)15を介して接合されている。

ノズルプレート11と振動板13との間には、仕切部材15によって複数の空間19と液溜り21とが形成されている。各空間19および液溜り21の内部は本発明の組成物で満たされており、各空間19と液溜り21とは供給口23を介して連通している。

さらに、ノズルプレート11には、空間19から組成物をジェット状に噴射するためのノズル孔25が設けられている。一方、振動板13には、液溜り21に組成物を供給するための孔27が形成されている。

また、振動板 13 の空間 19 に対向する面と反対側の面上には、前記空間 19 の位置に対応させて圧電素子 29 が接合されている。

この圧電素子 29 は 1 対の電極 31 の間に位置し、通電すると圧電素子 29 が外側に突出するように撓曲し、同時に圧電素子 29 が接合している振動板 13 も一体となって外側に撓曲する。これによって空間 19 の容積が増大する。したがって、空間 19 内に増大した容積分に相当する組成物が液溜り 21 から供給口 23 を介して流入する。

次に、圧電素子 29 への通電を解除すると、該圧電素子 29 と振動板 13 はともに元の形状に戻る。これにより空間 19 も元の容積に戻るため空間 19 内部の組成物の圧力が上昇し、ノズル孔 25 から基板に向けて組成物が噴出する。

なお、ノズル孔 25 の周辺部には、組成物の飛行曲がり・孔詰まりを防止するために撥水層 26 が設けられている。

すなわち、ノズル孔 25 の周辺部は、第 11 図に示すように例えば Ni-テトラフルオロエチレン共析メッキ層からなる撥水層 26 が設けられている。

このようなヘッドを用いて、例えば赤・青・緑の 3 原色に対応する組成物を所定のパターンで吐出することにより各有機発光層を設け、画素を形成することができる。

本発明の有機 EL 素子の製造方法において、インクジェット方式に用いられる有機発光材料組成物は、以下のような特性を有するものを用いることができる。

前記組成物は、インクジェット用ヘッドに設けられた該組成物を吐出するノズルのノズル面 251 を構成する材料に対する接触角が  $30^{\circ} \sim 170^{\circ}$  であることが好ましく、 $35^{\circ} \sim 65^{\circ}$  がより好ましい。組成物がこの範囲の接触角を有することにより組成物の飛行曲がりを抑制することができ、精密なパターンニングが可能となる。

すなわち、この接触角が  $30^{\circ}$  未満である場合、組成物のノズル面の構成材料に対する濡れ性が増大するため、組成物を吐出する際、組成物がノズル孔の周囲に非対称に付着することがある。この場合、ノズル孔に付着した組成物と吐出しようとする付着物との相互間に引力が働くため、組成物是不均一な力により吐出されることになり目標位置に到達できない所謂飛行曲がりが生じ、また飛行曲が

り頻度も高くなる。また、 $170^\circ$ を超えると、組成物とノズル孔との相互作用が極小となり、ノズル先端でのメニスカスの形状が安定しないため組成物の吐出量、吐出タイミングの制御が困難になる。

ここで飛行曲がりとは、組成物を前記ノズルから吐出させたとき、ドットの着弾した位置が、目標位置に対し $50\mu\text{m}$ 以上のずれを生じることをいう。また、飛行曲がり頻度とは、周波数 $7200\text{Hz}$ で連続吐出したとき上記の飛行曲がりが生じるまでの時間をいう。飛行曲がりは、主にノズル孔の濡れ性が不均一である場合や組成物の固型成分の付着による目詰り等によって発生し、ヘッドをクリーニングすることにより解消することができる。この飛行曲がり頻度が高いほど頻繁なヘッドクリーニングが必要となり、インクジェット方式によるEL素子の製造効率を低下させる組成物であるといえる。実用レベルでは飛行曲がり頻度は $1000$ 秒以上であることが必要である。

このような飛行曲がりが防止されることにより、高精細なパターンニングも可能であり、しかも精度よく行うことができる。

また、前記組成物の粘度は $1\text{cp}\sim 20\text{cp}$ であることが好ましく、 $2\text{cp}\sim 4\text{cp}$ であることがより好ましい。組成物の粘度が $1\text{cp}$ 未満である場合、前記前駆体および蛍光色素の材料中の含有量が過小となり、形成された発光層が十分な発色能を発揮し得なくなる。一方、 $20\text{cp}$ を超える場合、ノズル孔から組成物を円滑に吐出させることができず、ノズル孔径を大きくする等の装置の仕様を変更しない限りパターンニングが困難となる。さらに、粘度が大きい場合、組成物中の固型分が析出し易く、ノズル孔の目詰りの発生頻度が高くなる。

また、前記組成物は表面張力が $20\text{dyne/cm}\sim 70\text{dyne/cm}$ であることが好ましく、 $25\text{dyne/cm}\sim 40\text{dyne/cm}$ がより好ましい。この範囲の表面張力にすることにより、上述した接触角の場合と同様、飛行曲がりを抑制し、飛行曲がり頻度を低く抑えることができる。表面張力が $20\text{dyne/cm}$ 未満であると、組成物のノズル面の構成材料に対する濡れ性が増大するため、上記接触角の場合と同様飛行曲がりが生じ、飛行曲がり頻度が高くなる。また、 $70\text{dyne/cm}$ を超えるとノズル先端でのメニスカス形状が安定しないため、組成物の吐出量、吐出タイミングの制御が困難になる。

また、本発明の有機EL素子の製造方法に適する有機発色材料組成物は、上述した接触角、粘度および表面張力について少なくとも1つについて数値範囲を満足するものであればよく、2以上の任意の組合せの特性について条件を満足するもの、さらにはすべての特性について満足するものがさらに好ましい。

第2図は、本発明の有機EL素子の製造方法の第2実施例を示す図である。

本実施例では、第1実施例と同様に透明基材204上に画素電極201、202、203、および隔壁205を設けた後、インクジェット方式により赤色発光層206、緑色発光層207を設ける。

画素電極203上に正孔注入輸送層208を設け、その上に青色発光層210を積層する点で上記第1実施例と相異なる。このように正孔注入輸送層208を積層することにより、前述したように電極からの正孔の注入、輸送を促し、発光効率を向上させることができる。

このように、本発明の有機EL素子の製造方法においては、少なくとも1色の発光層と正孔注入輸送層とを積層することが好ましい。これにより、発光効率を向上させることができ、さらに、薄膜素子自体の安定性をより向上させることができる。

なお、積層された発光層と正孔注入輸送層との界面付近において、両層に含まれる材料の一部が、相互に他層側へ含浸・拡散した状態で存在してもよい。

正孔注入輸送層208は発色しない層であることが好ましい。これによって青色発光層210の画素電極203上を発光部とすることができ、フルカラーの有機EL素子をより容易に作製することができる。

かかる正孔注入輸送層208の形成方法は特に限定されないが、例えばインクジェット方式により形成することができる。これにより、該正孔注入輸送層208を精度良く所定のパターンで配置することができる。

正孔注入輸送層208の構成材料としては、例えば、TPD等の芳香族ジアミン系化合物、MTDATA、キナクリドン、ビススチルアントラセン誘導体、PVK（ポリビニルカルbazol）、銅フタロシアニン等のフタロシアニン系錯体、ポルフィン系化合物、NPD、TAD、ポリアニリン等が挙げられるが、なかでもPVKが好ましい。PVKを用いることにより発色しない正孔注入輸送層を形

成することができる。

さらに、上記実施例 1 と同様に青色発光層 210、陰極 211 を形成することにより本発明の有機 EL 素子を得ることができる。青色発光層 210、陰極 211 の構成材料、および形成方法は上記実施例と同様である。

第 3 図は、本発明の有機 EL 素子の製造方法の第 3 実施例を示す図である。

本実施例では、第 1 実施例と同様に透明基材 304 上に画素電極 301、302、303、および隔壁 305 を設けた後、インクジェット方式により赤色発光層 306、緑色発光層 307 を設ける。

次に、正孔注入輸送層 308 を赤色発光層 306、緑色発光層 307 および画素電極 303 上の全面に設ける。このように正孔注入輸送層 308 と発光層 306 および 307 とを積層することにより、前述したように電極からの正孔の注入、輸送を促し、発光効率を向上させることができる。

また、上記と同様の理由により正孔注入輸送層 308 としては、発色しない層を設けることが好ましい。

かかる正孔注入輸送層 308 の形成方法は特に限定されず、例えばインクジェット方式、真空蒸着法、ディッピング法、スピンコート法、キャスト法、キャピラリー法、ロールコート法、バーコート法等が挙げられる。本実施例では真空蒸着法により形成することができる。なお正孔注入輸送層の構成材料としては、上記第 2 実施例と同様のものを用いることができる。

さらに、正孔注入輸送層 308 の上に青色発光層 309、陰極 311 を形成することにより本発明の有機 EL 素子を得ることができる。陰極 311 の構成材料、および形成方法は上記実施例と同様である。

第 4 図は、本発明の有機 EL 素子の製造方法の第 4 実施例を示す図である。

本実施例においては、第 1 実施例と同様に透明基材 804 の上に画素電極 801、802、803、および隔壁 805 を設けた後、インクジェット方式により画素電極 801、802、803 上に発光層 806、807、808 を各々インクジェット方式によりパターン形成する。これにより、例えば各発光層材料の吐出量、吐出回数、形成パターンを容易かつ簡便に調整することができ、各発光層の発光特性、膜厚等の膜性状を容易に制御することができる。



さらに、各発光層 806、807、808 の上に電子注入輸送層 811 を形成する。電子注入輸送層 811 は陰極からの電子の注入を容易にし、また陰極から発光部分を遠ざけることにより電極消光を防ぎ、陰極とのより良いコンタクトを形成することに寄与する。電子注入輸送層 811 としてはドーピングしていないアルミニウムキノリノール錯体を用いることができる。かかる電子注入輸送層 811 は真空蒸着法により形成することができる。

なお、電子注入輸送層 811 の形成方法はこれに限定されず、例えばインクジェット方式、真空蒸着法、ディッピング法、スピンコート法、キャスト法、キャピラリー法、ロールコート法、バーコート法等であってもよい。

さらに、その上に陰極 813 を形成することにより本発明の有機 EL 素子が得られる。陰極 813 の構成材料、および形成方法は上記実施例と同様である。

第 5 図は、本発明の有機 EL 素子の製造方法の第 5 実施例を示す図である。

本実施例では、まず第 1 実施例と同様に、透明基材 804 上に画素電極 801、802、803 を設ける。その上全面に例えば PVK からなる正孔注入輸送層 815 を例えばスピンコート法により形成する。このように正孔注入輸送層 815 をパターニングすることなくベタ付けで成膜できるため製造効率が向上する。

なお、正孔注入輸送層 815 の形成方法はこれに限定されず、例えばインクジェット方式、真空蒸着法、ディッピング法、スピンコート法、キャスト法、キャピラリー法、ロールコート法、バーコート法等であってもよい。

また、上記と同様の理由により、正孔注入輸送層 815 は発色しない層であることが好ましい。

さらに、正孔注入輸送層 815 の上に、発光層 806、807、808 を形成する。このうち少なくともいずれか 1 色の発光層はインクジェットプリント装置 809 によるインクジェット法によりパターン形成されることが好ましい。

そして、発光層の上に陰極 813 を形成することにより、本発明の有機 EL 素子が得られる。陰極 813 の構成材料、および形成方法は上記実施例と同様である。

なお、本実施例の製造方法においては、隔壁を設けないが、本発明の有機 EL 素子の製造方法によれば、R、G、B の塗り分けを精度よく行うことができ、製

造効率の向上を図ることができる。上述の実施例と同様に隔壁を設けて各画素を形成するものであってもよい。

本発明の有機EL素子は、以上のような製造方法により製造することができるが、これに限定されるものではなく、例えば次のような構成とすることもできる。

第15図は、本発明の有機EL素子の他の一例を示す部分断面図である。

本実施例の有機EL素子は、透明基板61の上に、反射層62、透明導電性膜（ITO膜）63、正孔注入輸送層64、有機発光層65、金属層66、透明導電性膜（ITO膜）67が順次積層された構成である。各層の材料、形成方法について上記の各実施例と同様の事項については説明を省略し、相違点のみについて説明する。

本実施例の有機EL素子は、透明基板61に直接Al等の金属薄膜からなる反射層62が設けられている。

また、陰極として発光層65の上に積層された金属層66は、極めて薄く（10～50Å程度）、そのために光透過性を有し、発光層65からの発色光を透過する。一方、極めて薄いことから抵抗値が高く導電性が不十分であり、陰極としての機能を十分に発揮し得ないため、金属層66上には透明導電性膜（ITO膜）67が積層されている。なお、このような金属層66は、例えばAl-Li合金等から構成され、蒸着法、スパッタ法等により形成することができる。

このような構成とすることにより、電極から注入された電流が発光層65中で変換した光は、図中、矢印方向に透過する。したがって、透明基板61を介することなく光を取り出すことができるため、より高輝度の表示が可能となる。

第7図は、本発明の有機EL表示装置の一例を表す図である。

本実施例では、ガラス板501上にAl製のバスライン（ゲート線）511をフォトリソパターニングにより設け、その上に図示しない薄膜トランジスタを形成し、504等のITO透明画素電極を形成する。その後、実施例1と同様にし、発光層502（赤）、503（緑）をインクジェット方式により形成し、青色発光層505を真空蒸着法により形成する。次に、陰極506を真空蒸着法により設け、前述の第1実施例と同様の有機EL素子を作製する。

さらに、保護基材507を透明基板501に周辺シール509を介して固定す

るように貼り合わせる。

次に、これをアルゴンガス等のような不活性ガス雰囲気中で、封孔 5 1 3 から不活性ガス 5 1 2 を導入し、最後に封孔 5 1 3 を封孔材 5 0 8 でシールする。不活性ガス 5 1 2 を封入しシールすることにより、水分等の外部からの汚染や環境変化から有機 E L 素子を防護することができ、有機 E L 表示装置の発光特性を維持することができる。封孔材 5 0 8 は、不活性ガス 5 1 2 を透過しない材料で構成されていることが好ましい。

銀ペースト 5 1 0 は、陰極 5 0 6 とゲート線 5 1 1 とのコンタクトを素子上で実現する機能を有する。

ゲート線 5 1 1 は、表示画素の選択のために該表示画素毎に設けられた T F T のオン・オフを行単位で制御する役割を果たす。書き込み時には、1つの行のゲート線 5 1 1 の電位を選択レベルにし、この行の T F T を導通状態にする。このとき、各列のソース電極配線（図示せず）から対応する画素の映像信号電圧を供給すれば、映像信号電圧は T F T を通って画素電極に到達し、信号電圧レベルにまで画素に溜まった電荷を充電または放電することができる。

第 8 図は、本発明の有機 E L 素子を用いたアクティブマトリックス型有機 E L 表示装置の一例を示す図である。実施例の有機 E L 表示装置は、マトリクス状に配置され、かつ各々が R、G、B の発光部からなる複数の発光画素からなる画像表示配列を有するものである。

この図に示すように、基板（図示せず）上に、互いに直交する位置に配列された信号線（信号電極）6 0 1 とゲート線（ゲート電極）6 0 2 とが設けられ、さらに画素ごとに信号線 6 0 1 とゲート線 6 0 2 に接続された薄膜トランジスタ（T F T）6 0 4 と、該 T F T 6 0 4 上に接続された有機 E L 素子からなる発光層 6 0 5、6 0 6 が積層される。なお、有機発光層のうち、少なくとも 1 色はインクジェット方式により形成される。

第 9 図は、本発明のアクティブマトリクス型有機 E L 表示装置の製造方法の一例を示す断面図である。

まず、透明基板 9 0 4 上に所定の薄膜トランジスタ 9 1 5 および図示しないゲート線、信号線等を形成する。次に、該薄膜トランジスタ 9 1 5 等所定の機能素

子を備えた各画素電極（ITO）901、902、903の上に、個々の画素電極を覆うように正孔注入輸送層911を形成する。正孔注入輸送型材料は、上記実施例と同様のものを使用することができる。また、正孔注入輸送層911の形成方法は特に限定されず、上記のいずれの方法で形成されてもよい。

さらに、各発光層906（赤）、907（緑）、908（青）をパターンニング形成する。発光層の形成は、少なくとも1色をインクジェットプリント装置910を用いたインクジェット方式により形成したものであればよい。

最後に反射電極913を形成し、本発明の有機EL表示装置が作製される。反射電極913としては、例えば厚さ0.1～0.2 $\mu$ m程度のMg-Ag電極等が形成される。

本発明のアクティブマトリクス型有機EL表示装置の上記実施例では、スイッチング素子として薄膜トランジスタが用いられているが、これに限定されるものではなく、他の種類のスイッチング素子、二端子素子、例えばMIM等のスイッチング素子を用いることも可能である。さらにパッシブ駆動、スタティック駆動（静止画、セグメント表示）も可能である。

また、1画素につきスイッチング素子は1つに限られず、1画素に複数のスイッチング素子を備えるものであってもよい。

第12図に、1画素にスイッチング素子を複数個有する有機EL表示装置の一例を示す。ここで、スイッチング薄膜トランジスタ142は、走査電極131の電位に応じて信号電極132の電位をカレント薄膜トランジスタ143に伝達し、カレント薄膜トランジスタ143は、共通電極133と画素電極141との導通を制御する役割を果たしている。

次に、本発明の有機EL素子を用いたパッシブマトリクス（単純マトリクス）型有機EL表示装置の一例を図に基づいて説明する。

第13図は、本発明の有機EL表示装置の概略部分拡大断面図である。

図に示すように、本実施例の有機EL表示装置は、有機EL素子を製造する際に、短冊状に形成された走査電極53と信号電極54とが、有機EL素子52を介して互いに直交するよう配置されている。

このようなパッシブマトリクス型の駆動は、パルス的に走査電極53を順番に

選択し、その走査電極 53 を選択する際、各画素に対応する信号電極 54 を選んで電圧を印加することにより行われる。そのような選択はコントローラ 55 により制御される。

なお、パッシブ駆動型の場合には、カソード（陰極）がパターンニングされ、各ラインごとにセパレートしていることが必要である。例えば、本発明の第 3 実施例において、厚さ 0.2  $\mu\text{m}$  程度の薄い陰極を形成する場合、かかる陰極は、隔壁により寸断されて自然にパターン形成された状態となる。

陰極は、例えばマスク蒸着法、レーザーカッティング法によりパターン形成される。

第 14 図に走査電極 13 および信号電極 14 に印加される電圧の駆動波形の一例を示す。図に示す駆動波形において、選択された画素には発光するのに十分な電圧  $V_s$  を印加する。また、表示する階調に合わせたパルス幅の波形により、画素の表示濃度を制御する。一方、選択されない画素には発光閾値電圧以下の電圧  $V_n$  を印加する。

第 14 図において、 $T_f$  は 1 操作時間を示している。ここではデューティー比 1/100 で駆動する。なお、上記第 4 実施例の有機 EL 素子からなる有機 EL 表示装置の青色発光層 808 の発光は、駆動電圧 20 V で 100  $\text{cd}/\text{m}^2$  の明るさであった。

（実施例）

〔有機 EL 素子の作製〕

（実施例 1）

第 1 図に示すように、ガラス基板 104 上に ITO 透明画素電極 101、102、および 103 をフォトリソグラフィにより、100  $\mu\text{m}$  ピッチ、0.1  $\mu\text{m}$  厚のパターンを形成する。

次に、ITO 透明画素電極間を埋め、光遮断層とインク垂れ防止用壁とを兼ねた隔壁 105 をフォトリソグラフィにより形成する。隔壁 105 は幅 20  $\mu\text{m}$ 、厚さ 2.0  $\mu\text{m}$  とした。

さらに、インクジェットプリント用装置 109 のヘッド 110 から表 1 および

表 2 に示す赤色、緑色の各発光材料をパターンニングした後、窒素雰囲気下で 150℃、4 時間加熱処理し、組成物中の前駆体を高分子化させることにより各発光層 106 (赤)、107 (緑) を形成した。

次に、ドーパントとしてペリレン縮合芳香族を添加したアルミニウムキノリノール錯体を真空蒸着することにより 0.1 μm の電子注入輸送層型の青色発光層 108 を形成した。

最後に、陰極として厚さ 0.8 μm の Mg-Ag 電極 113 を蒸着法により形成し、有機 EL 素子を作製した。

#### (実施例 2)

実施例 1 と同様にして、第 2 図に示すようにガラス基板 204 上に ITO 透明画素電極 201、202、および 203 を形成し、ITO 透明画素電極間を埋め、光遮断層とインク垂れ防止用壁とを兼ねた感光性ポリイミドのレジスト (隔壁) 205 を形成した。

さらに、実施例 1 と同様にインクジェットプリント用装置 209 を用いて表 1 および表 2 に示す赤色、緑色の各発光材料をパターンニング塗布した後、窒素雰囲気下で 150℃、4 時間加熱処理し、組成物中の前駆体を高分子化させることにより各発光層 206 (赤)、207 (緑) を形成した。

次に、透明画素電極 203 上に上記インクジェットプリント用装置 209 を用いてポリビニルカルバゾール (PVK) からなる正孔注入輸送層をパターン形成した。その上からピラゾリンダイマーを塗布し青色発光層 210 を形成した。

最後に、陰極として厚さ 0.8 μm の Al-Li 電極 211 を蒸着法により形成し、有機 EL 素子を作製した。

#### (実施例 3)

まず実施例 1 と同様にして、第 4 図に示すようにガラス基板 804 上に各 ITO 透明画素電極 801、802、803 および隔壁 805 を形成した。

次に、表 1 および表 2 に示す発光材料に有機正孔注入輸送型材料を混合し、インクジェットプリント用装置 809 を用いて各発光層 806 (赤)、807 (緑)、808 (青) を形成した。

次に、ドーピングしていないアルミニウムキノリノール錯体を真空蒸着するこ

とにより $0.1\mu\text{m}$ の電子注入輸送層811を形成した。

最後に、陰極として厚さ $0.2\mu\text{m}$ のAl-Li電極813を蒸着法により形成し、有機EL素子を作製した。

(実施例4)

実施例1と同様にして、第3図に示すようにガラス基板304上に各ITO透明画素電極301、302、303および隔壁304を形成した。

次に、実施例1と同様にインクジェットプリント用装置310を用いて表1および表2に示す赤色、緑色の各発光材料をパターンニング塗布した後、窒素雰囲気下で $150^{\circ}\text{C}$ 、4時間加熱処理し、組成物中の前駆体を高分子化させることにより各発光層306(赤)、307(緑)を形成した。

発光層306、307および透明画素電極303の上全面にポリビニルカルバゾール(PVK)からなる正孔注入輸送層308を塗布法により形成した。

この後、正孔注入輸送層308上にジスチリル誘導体による青色発光層309を真空蒸着法により設けた。

最後に、陰極として厚さ $0.8\mu\text{m}$ のAl-Li電極311を蒸着法により形成し、有機EL素子を作製した。このとき、陰極311は前述のように隔壁304により自然に寸断・絶縁され、各画素電極301、302、303にしたがいパターンニングされた状態となる。

(実施例5)

まず実施例1と同様にして、第4図に示すようにガラス基板804上に各ITO透明画素電極801、802、803および隔壁805を形成した。

さらに、インクジェットプリント用装置809を用いて表1および表2に示す高分子有機発光材料を吐出することにより各色発光材料をパターンニング塗布した後、窒素雰囲気下で $150^{\circ}\text{C}$ 、4時間加熱処理し、組成物中の前駆体を高分子化させることにより赤色、緑色、青色を発色する各発光層806(赤)、807(緑)、808(青)を形成した。

次に、ドーピングしていないアルミニウムキノリノール錯体を真空蒸着することにより $0.1\mu\text{m}$ の電子輸送層811を形成した。

最後に、陰極として厚さ $0.8\mu\text{m}$ のAl-Li電極812を蒸着法により形

成し有機EL素子を作製した。

## 2. 発光層の発光特性および膜特性の評価

前述の実施例1～5で作製した有機EL素子の発光層の発光特性および膜特性について下記の方法により評価をした。

### ①発光開始電圧

所定の電圧を素子に印加し、 $1\text{ cd/m}^2$ の発光輝度を観測したときの印加電圧を発光開始電圧 $[V_m]$ とした。

### ②発光寿命

安定化処理後の初期輝度を100%とし、標準波形で一定の電流を印加して連続的に発光させ、輝度の変化を測定し、初期輝度に対し50%に低下するまでの時間を発光寿命とする。

なお、駆動条件は、室温：40℃、湿度：23%、電流値：20mA/cm<sup>2</sup>である。

### ③発光輝度

電流値を20mA/cm<sup>2</sup>としたときの輝度を観測した。

### ④吸収極大波長

各発光層の吸収極大波長を測定した。

### ⑤成膜安定性

発光層を200℃で60分間加熱した後、発光層のクラックや変形等欠陥の発生状況を顕微鏡で観察した。

評価は次のように行った。

◎・・・非常に良好

○・・・良好

×・・・不良

これらの結果を表3および表4に示す。

表3、表4に示すように、実施例1～5はいずれも各発光層の発光特性および発光層の膜性状に優れたものであった。特に、発光層が高分子有機化合物からなる場合には各発光層中に欠陥が全く観察されず、非常に良好な薄膜を形成した。

以上、本発明の有機EL素子用組成物および有機EL素子の製造方法について、図示の各実施例にしたがって説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。



なく、例えば各層の間に任意の機能性中間層を設ける工程があってもよい。また、発光特性を変化させるために添加される蛍光色素はこれらに限られるものではない。

さらに、各層間にバッファ層として、例えば1,2,4-トリアゾール誘導体（TAZ）からなる層を設けることもでき、これにより発光輝度および発光寿命等をより向上させることができる。

また、本発明の有機EL素子の製造方法は、EL材料が付着し易いように、樹脂レジスト、画素電極および下層となる層の表面に対し、プラズマ、UV処理、カップリング等の表面処理を行う工程を有するものであってもよい。さらに、本発明の有機EL素子の製造方法を無機EL素子の製造方法に応用することも可能である。

そして、本発明の有機EL表示装置は、セグメント表示や全面同時発光の静止画表示、例えば絵、文字、ラベル等といったローインフォメーション分野への応用、または点・線・面形状をもった光源としても利用することができる。

#### 産業上の利用可能性

以上述べたように、本発明の有機EL素子の製造方法によれば、発光材料の幅広い選択によりEL発光素子の合理的設計が可能となる。例えば、発光材料と蛍光色素との組合せ等により種々の表示光を得ることができる。

また、有機発光材料を用いることにより高輝度・長寿命で多種多様なEL素子設計を展開することができる。

そして、少なくとも1色の有機発光層、正孔注入輸送層および電子注入輸送層をインクジェット方式によりパターン形成および配列することにより、発光素子のサイズやパターンも任意かつ精密に設定することが可能となる。

発光材料として加熱硬化させることにより共役化（成膜）する前駆体を使用する場合、粘度等の条件設定の自由度が大きく、インクジェット用の吐出液として適した条件に調製することが容易である。

さらに、本発明の有機EL素子の製造方法によれば、膜厚、ドット数等の条件を任意に調整可能であるため発光層の発光特性を容易に制御することができる。

また、インクジェット方式によれば、ヘッドを透明基板上に自由に動かすことができるので、基板サイズを限定せず、任意の大きさの素子を形成することができる。さらに、必要な場所に必要な分量だけ材料を配置することができるので、廃液等の無駄を極力排除することができる。これにより、安価で大画面のフルカラー表示装置の製造が可能となる。

表 1

|       | 発光層  |   |  |  | 中間層         |
|-------|------|---|--|--|-------------|
|       | 赤    | 緑   | 青  |  |             |
| 実施例 1 | 発光材料 | CN-PPV前駆体   | PPV前駆体   | 7,8-ビス(4-メチルフェニル)-2,2'-ビベンゾimidazole   | —           |
|       | 形成方法 | インクジェット方式   | インクジェット方式  | 真空蒸着法  |             |
| 実施例 2 | 発光材料 | CN-PPV前駆体   | PPV前駆体   | ピラゾリンダイマー  | PVK (正孔注入層) |
|       | 形成方法 | インクジェット方式   | インクジェット方式  | 塗布法  | インクジェット方式   |
| 実施例 3 | 発光材料 | 2-13',4'-bis(4-methylphenyl)-7,8-bis(4-methylphenyl)-2,2'-biquinoline | 2,3,6,7-tetrakis(4-methylphenyl)-5,11-bis(4-methylphenyl)-6,12-dicyano-1,4-dihydropyridine | 2,3,6,7-tetrakis(4-methylphenyl)-5,11-bis(4-methylphenyl)-6,12-dicyano-1,4-dihydropyridine | —           |
|       |      | 1,1-bis(4-methylphenyl)-4,4'-bis(4-methylphenyl)-2,2'-biquinoline     | 1,1-bis(4-methylphenyl)-4,4'-bis(4-methylphenyl)-2,2'-biquinoline                          | トリス(8-ヒドロキシフェニル)-7,8-ビス(4-メチルフェニル)-2,2'-ビベンゾimidazole (正孔注入層材料)                            |             |
|       | 形成方法 | インクジェット方式   | インクジェット方式  | インクジェット方式  |             |
|       | 発光材料 | CN-PPV前駆体   | PPV前駆体   | ジスチル誘導体  | PVK (正孔注入層) |
| 実施例 4 | 形成方法 | インクジェット方式   | インクジェット方式  | 塗布法  | 真空蒸着法       |
|       | 発光材料 | PPV前駆体  | PPV前駆体   | PPV前駆体   | —           |
| 実施例 5 | 形成方法 | ローダミンB (蛍光色素)   | —  | ジスチルピルビフェニル (蛍光色素)   |             |
|       |      | インクジェット方式   | インクジェット方式  | インクジェット方式  |             |

表 2

| 色素用組成物の物性 |   | 粘度 [cp] | 表面張力 [dyne/cm] | 接触角 [°] |
|-----------|---|---------|----------------|---------|
| 実施例 1     | 赤 | 3.77    | 32.9           | 54.4    |
|           | 緑 | 3.72    | 32.8           | 59.0    |
|           | 青 | —       | —              | —       |
| 実施例 2     | 赤 | 3.70    | 32.6           | 55.6    |
|           | 緑 | 7.73    | 33.1           | 59.8    |
|           | 青 | 3.88    | 33.3           | 60.0    |
| 実施例 3     | 赤 | 4.85    | 27.8           | 47.8    |
|           | 緑 | 5.31    | 25.6           | 45.6    |
|           | 青 | 4.52    | 28.2           | 40.3    |
| 実施例 4     | 赤 | 3.78    | 33.5           | 60.1    |
|           | 緑 | 3.75    | 32.1           | 59.7    |
|           | 青 | —       | —              | —       |
| 実施例 5     | 赤 | 3.80    | 33.1           | 55.0    |
|           | 緑 | 3.75    | 32.9           | 59.1    |
|           | 青 | 3.91    | 33.2           | 60.2    |

表 3

|       | 発光開始電圧 [V <sub>on</sub> ] |     |     | 発光寿命 [h r] |       |       | 発光輝度 [cd/m <sup>2</sup> ] |     |     | 吸収極大波長 [nm] |     |     |
|-------|---------------------------|-----|-----|------------|-------|-------|---------------------------|-----|-----|-------------|-----|-----|
|       | R                         | G   | B   | R          | G     | B     | R                         | G   | B   | R           | G   | B   |
| 実施例 1 | 2.0                       | 2.2 | 3.1 | 8000       | 8000  | 8000  | 210                       | 230 | 200 | 600         | 500 | 400 |
| 実施例 2 | 1.7                       | 1.8 | 3.2 | 10000      | 10000 | 9000  | 230                       | 230 | 180 | 600         | 500 | 410 |
| 実施例 3 | 4.0                       | 3.5 | 3.8 | 4000       | 5000  | 4000  | 150                       | 180 | 100 | 580         | 510 | 420 |
| 実施例 4 | 1.7                       | 1.8 | 2.2 | 10000      | 10000 | 10000 | 250                       | 250 | 200 | 600         | 530 | 480 |
| 実施例 5 | 3.0                       | 3.2 | 5.0 | 5000       | 5000  | 5000  | 200                       | 200 | 200 | 590         | 530 | 420 |

表 4

|       | 成膜安定性 |   |   |
|-------|-------|---|---|
|       | R     | G | B |
| 実施例 1 | ○     | ○ | ○ |
| 実施例 2 | ○     | ○ | ○ |
| 実施例 3 | ○     | ○ | ○ |
| 実施例 4 | ○     | ○ | ○ |
| 実施例 5 | ○     | ○ | ○ |

## 請求の範囲

1. 透明基板上に画素電極を形成する工程と、

前記画素電極上に有機化合物からなる少なくとも1色の発光層をパターン形成する工程と、

前記画素電極に対向する対向電極を形成する工程とを有する有機EL素子の製造方法であって、

前記発光層の形成をインクジェット方式により行うことを特徴とする有機EL素子の製造方法。

2. 前記有機化合物は高分子有機化合物である請求の範囲第1項に記載の有機EL素子の製造方法。

3. 前記高分子有機化合物は正孔注入輸送型材料である請求の範囲第2項に記載の有機EL素子の製造方法。

4. 前記高分子有機化合物はポリパラフェニレンビニレンおよびその誘導体、またはそれらのうち少なくともいずれか一方を有する共重合体である請求の範囲第2項または第3項に記載の有機EL素子の製造方法。

5. 前記発光層は3色あり、該3色の前記発光層のうち少なくとも2色をインクジェット方式によりパターン形成する請求の範囲第1項ないし第4項のいずれかに記載の有機EL素子の製造方法。

6. 前記3色は、赤色、緑色、青色であって、それらのうち赤色発光層と緑色発光層とを各々インクジェット方式によりパターン形成する請求の範囲第5項に記載の有機EL素子の製造方法。

7. 前記青色発光層は真空蒸着法により形成する請求の範囲第6項に記載の有機EL素子の製造方法。

8. 前記青色発光層は電子注入輸送型材料からなる請求の範囲第7項に記載の有機EL素子の製造方法。

9. 少なくとも1色の前記発光層と正孔注入輸送層とを積層する請求の範囲第1項ないし第8項のいずれかに記載の有機EL素子の製造方法。

10. 前記陰極の上に保護膜を形成する請求の範囲第1項ないし第9項のいずれかに記載の有機EL素子の製造方法。

11. 前記透明基板上に各画素を駆動するための電極を形成する請求の範囲第1項ないし第10項のいずれかに記載の有機EL素子の製造方法。

12. 前記画素電極が透明画素電極である請求の範囲第1項ないし第11項のいずれかに記載の有機EL素子の製造方法。

13. 透明基板と、

前記透明基板上に設けられた画素電極と、

前記画素電極上にインクジェット方式によりパターン形成された有機化合物からなる少なくとも1色の発光層と、

前記発光層の上に形成された対向電極とを備えることを特徴とする有機EL素子。

14. 前記有機化合物は高分子有機化合物である請求の範囲第13項に記載の有機EL素子。



15. 前記高分子有機化合物は正孔注入輸送型材料である請求の範囲第14項に記載の有機EL素子。

16. 前記高分子有機化合物はポリパラフェニレンビレンおよびその誘導体、またはそれらのうち少なくとも一方を有する共重合体である請求の範囲第14項または第15項に記載の有機EL素子。

17. 前記発光層は3色あり、該3色の前記発光層のうち少なくとも2色はインクジェット方式によりパターン形成されたものである請求の範囲第13項ないし第16項のいずれかに記載の有機EL素子。

18. 前記3色は、赤色、緑色、青色であって、それらのうち赤色発光層と緑色発光層は各々インクジェット方式によりパターン形成される請求の範囲第17項に記載の有機EL素子。

19. 前記青色発光層は真空蒸着法により形成される請求の範囲第13項ないし第18項のいずれかに記載の有機EL素子。

20. 前記青色発光層は電子注入輸送型材料からなる請求の範囲第19項に記載の有機EL素子。

21. 少なくとも1色の前記発光層と正孔注入輸送層とが積層された請求の範囲第13項ないし第20項のいずれかに記載の有機EL素子。

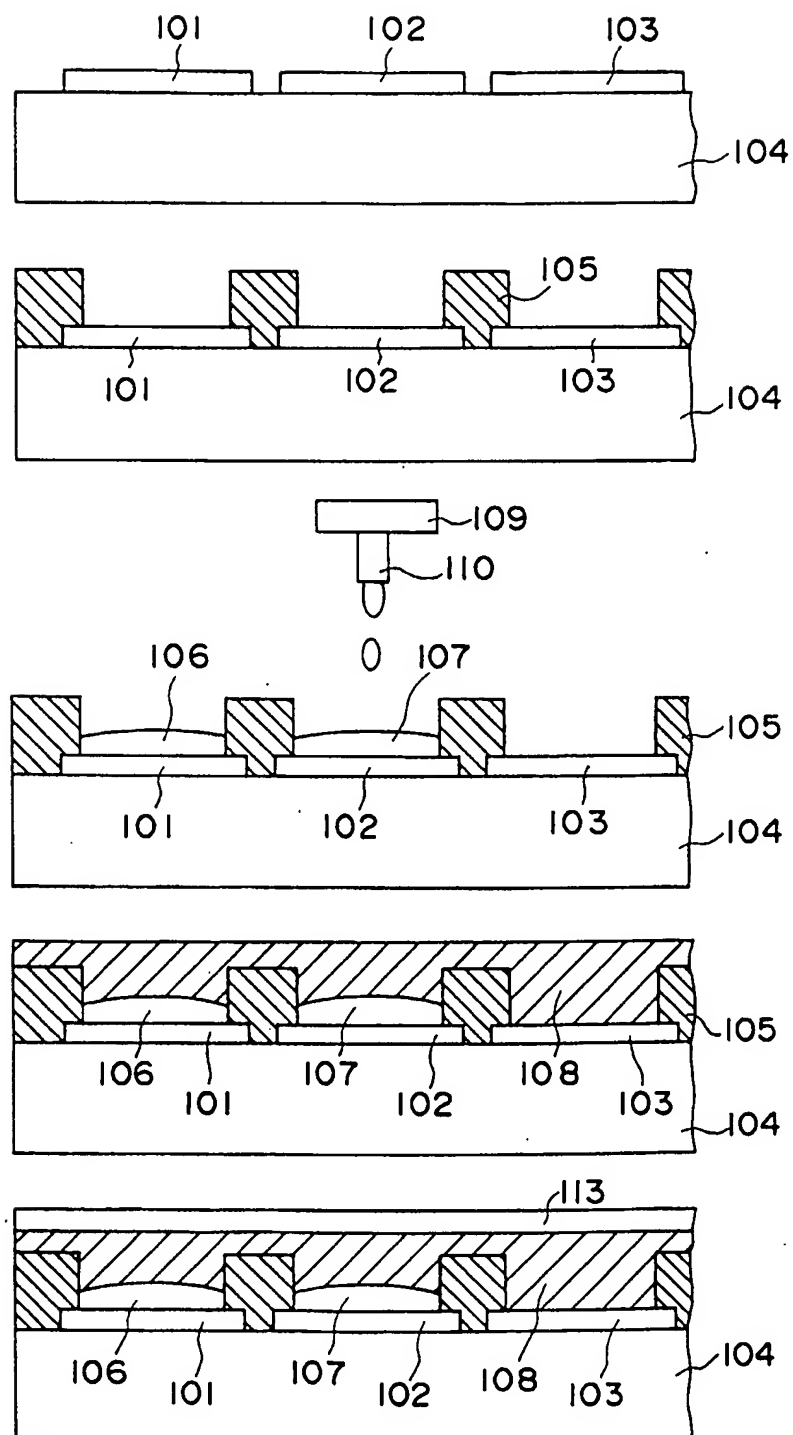
22. 前記対向電極の上に保護膜が形成される請求の範囲第13項ないし第21項のいずれかに記載の有機EL素子。

23. 前記画素電極が透明画素電極である請求の範囲第13項ないし第22項に記載の有機EL素子。

24. 請求の範囲第13項ないし23項のいずれかに記載の有機EL素子を有することを特徴とする有機EL表示装置。

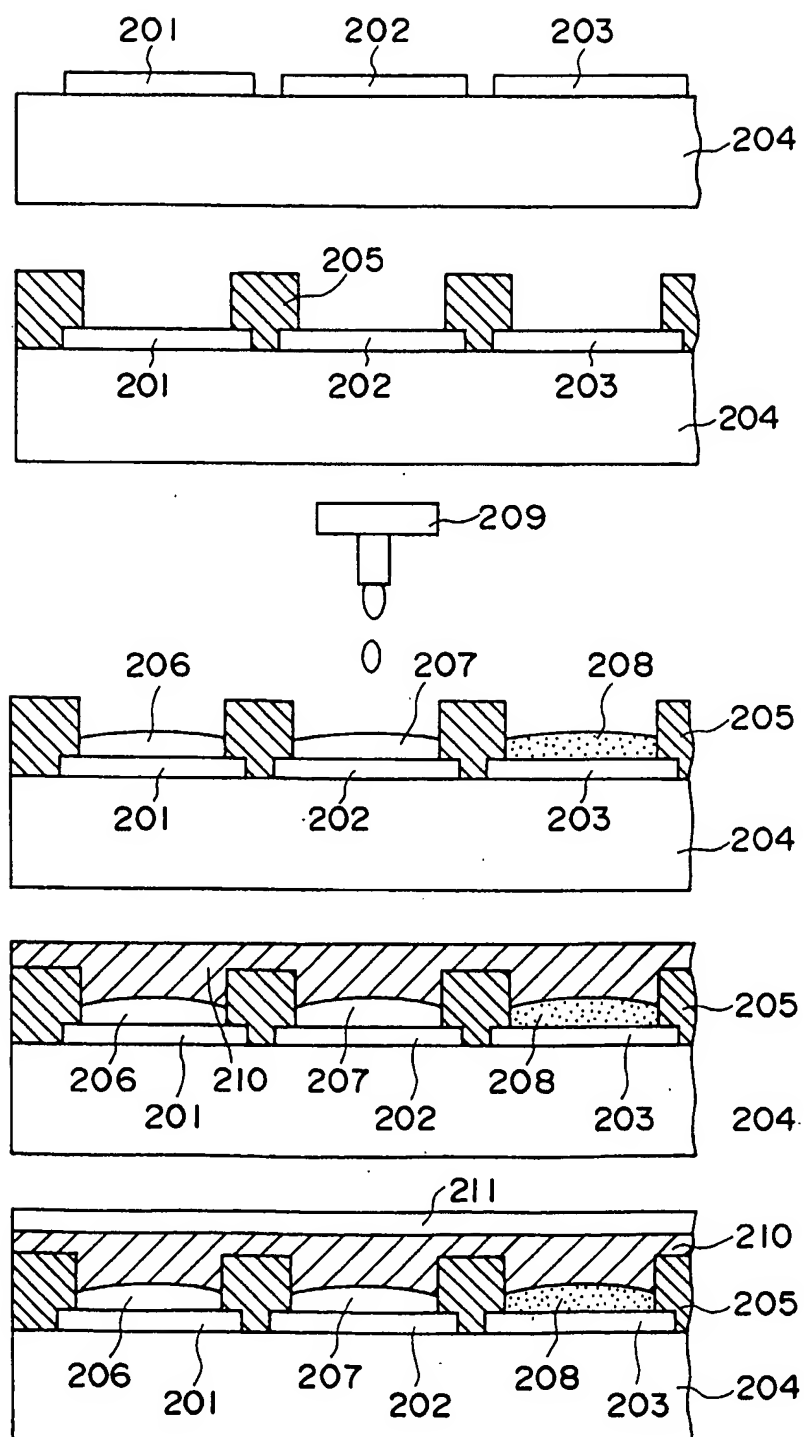
1/15

第 1 図



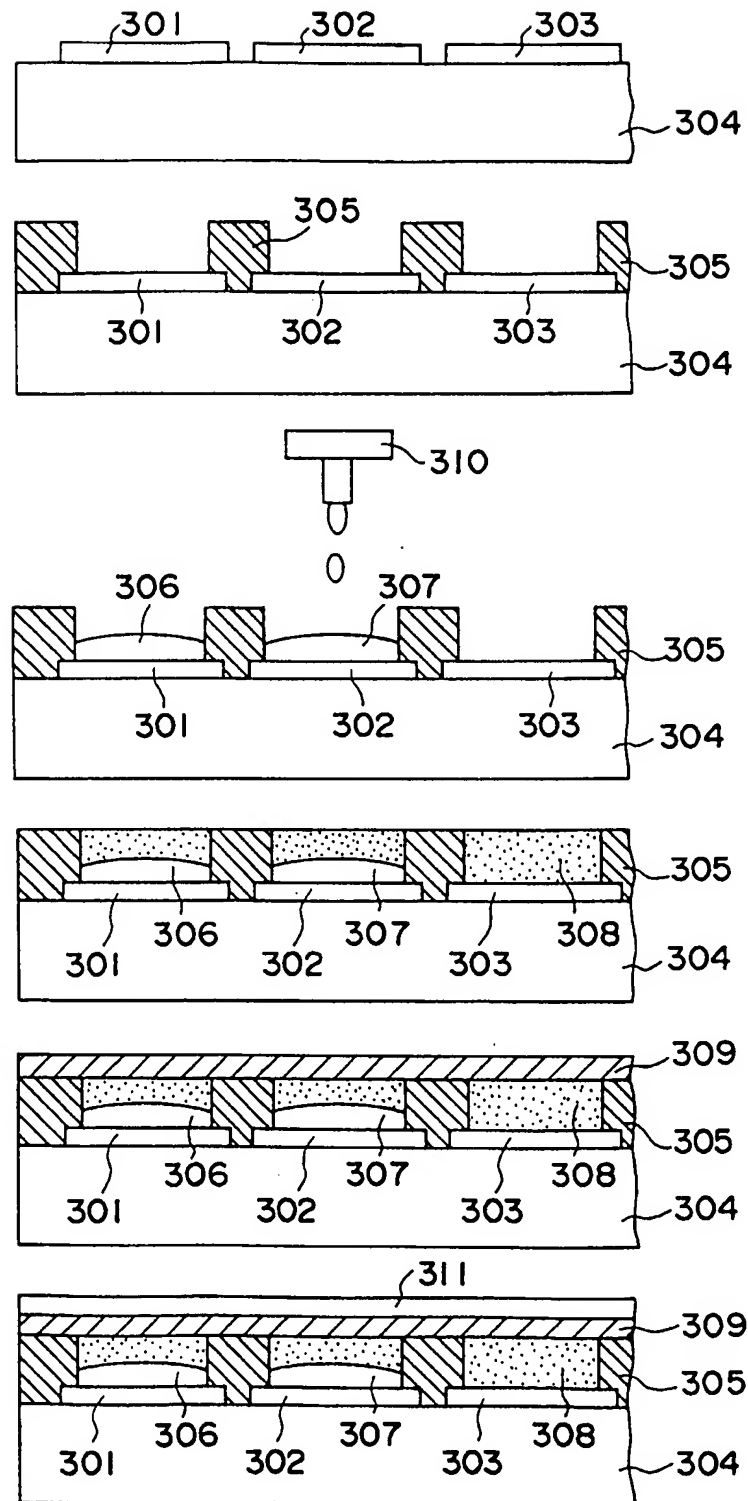
2/15

第 2 図



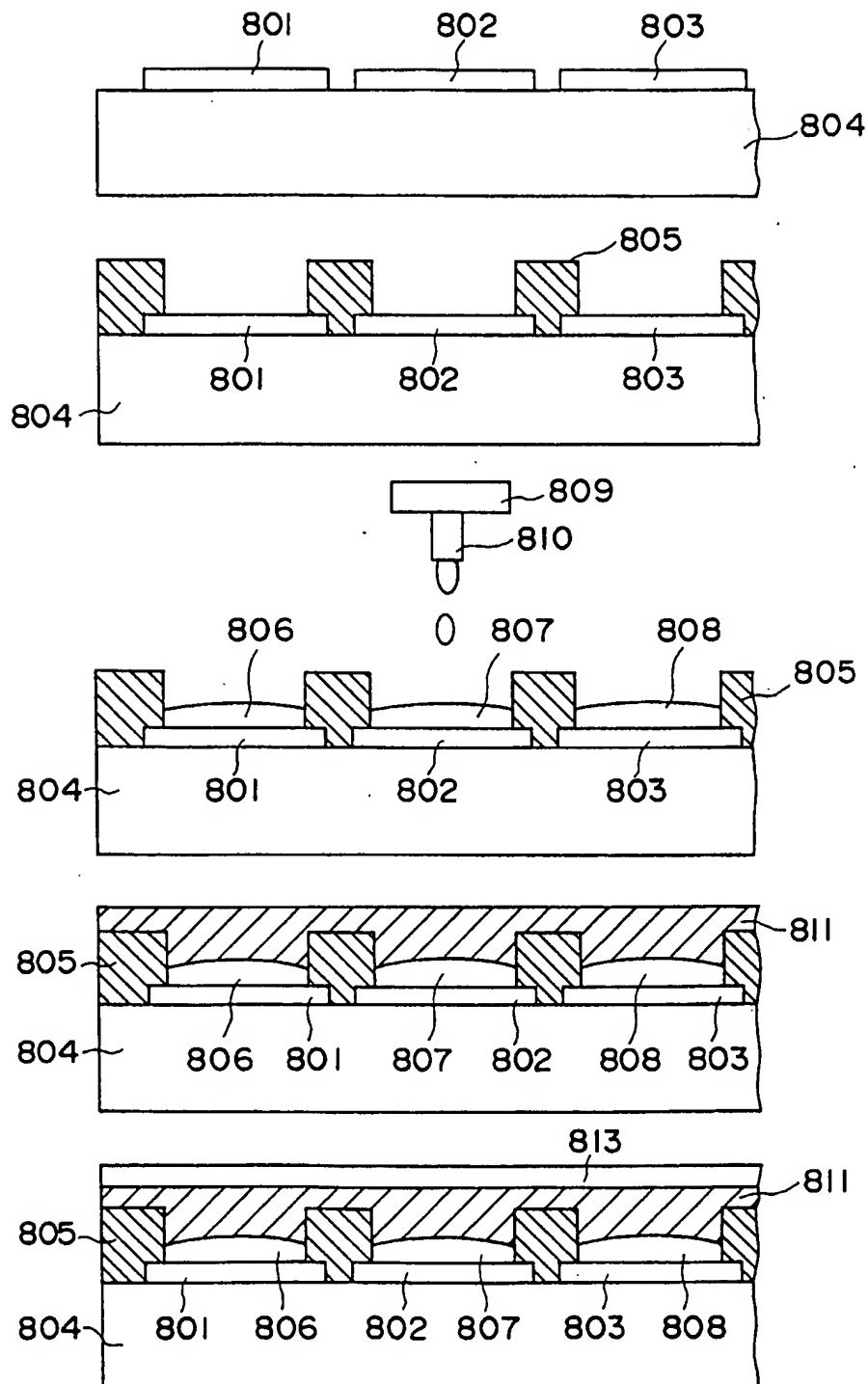
3/15

第 3 図



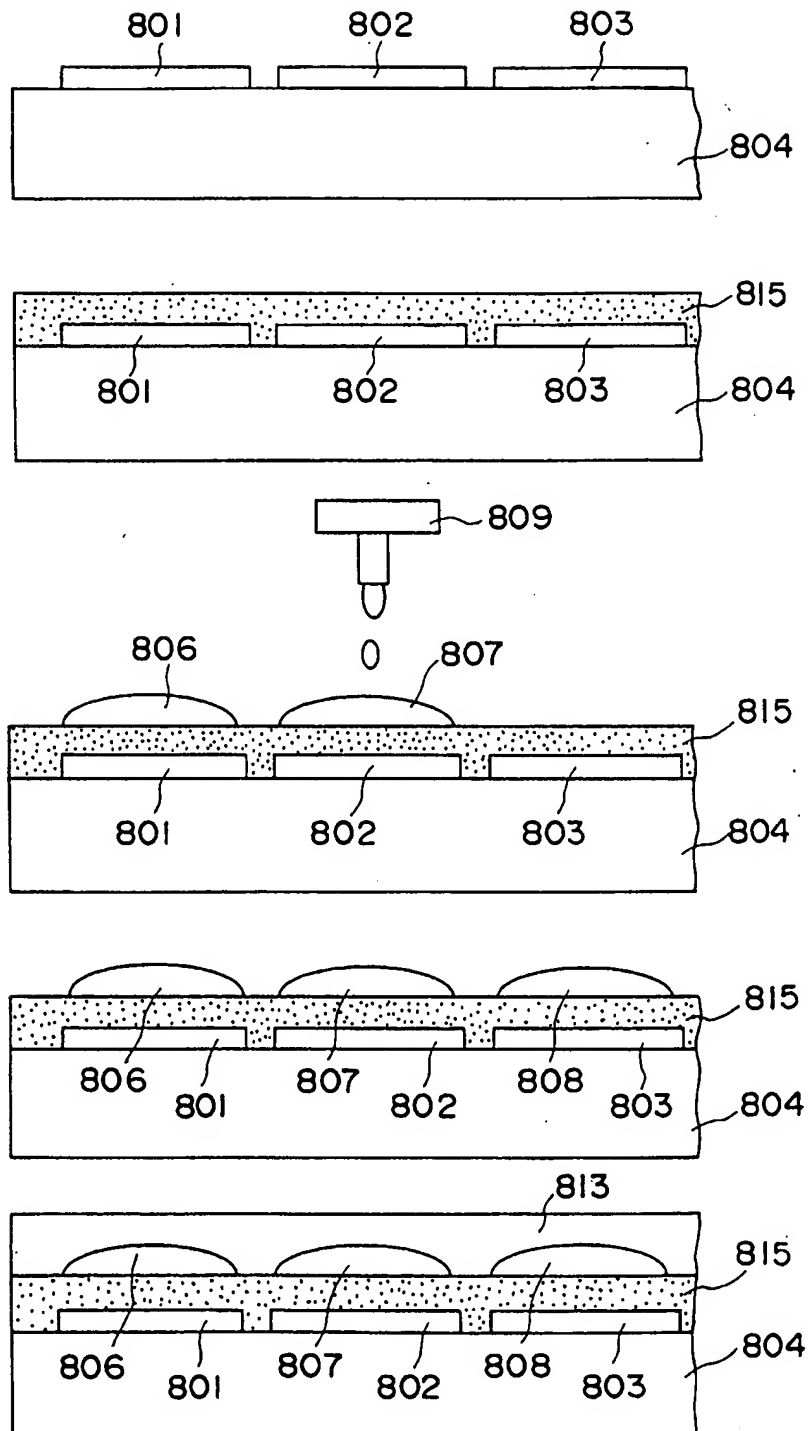
4/15

第 4 図



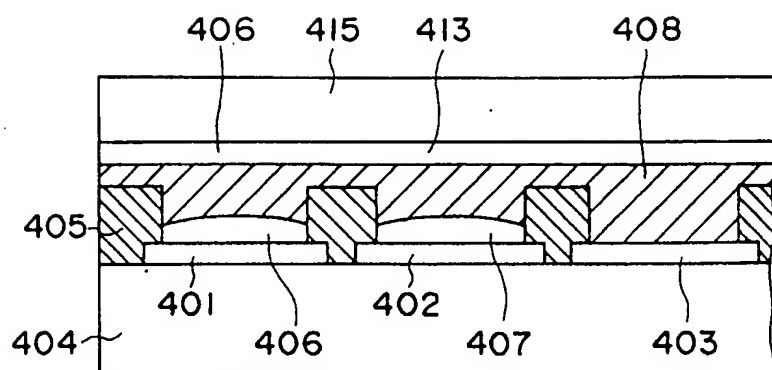
5/15

第 5 図



6/15

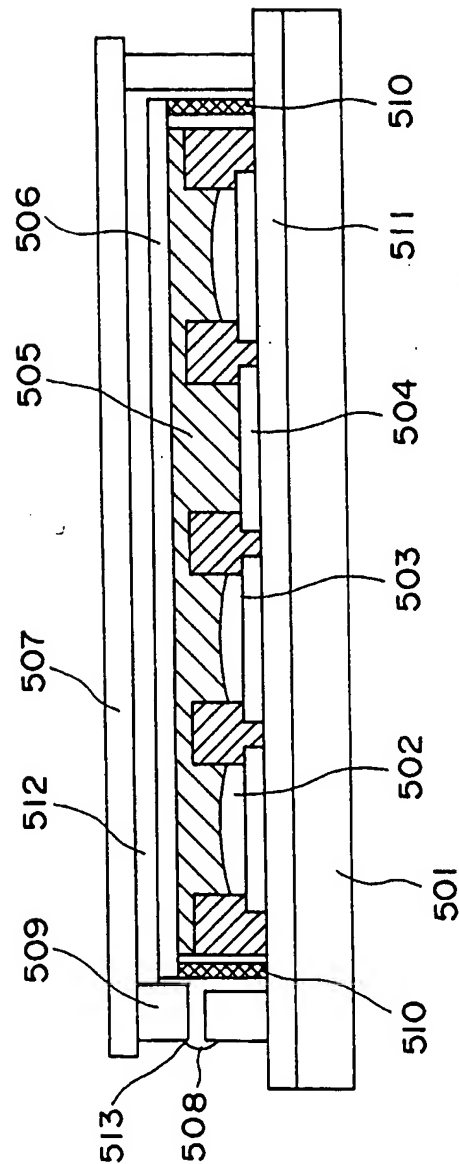
第 6 図



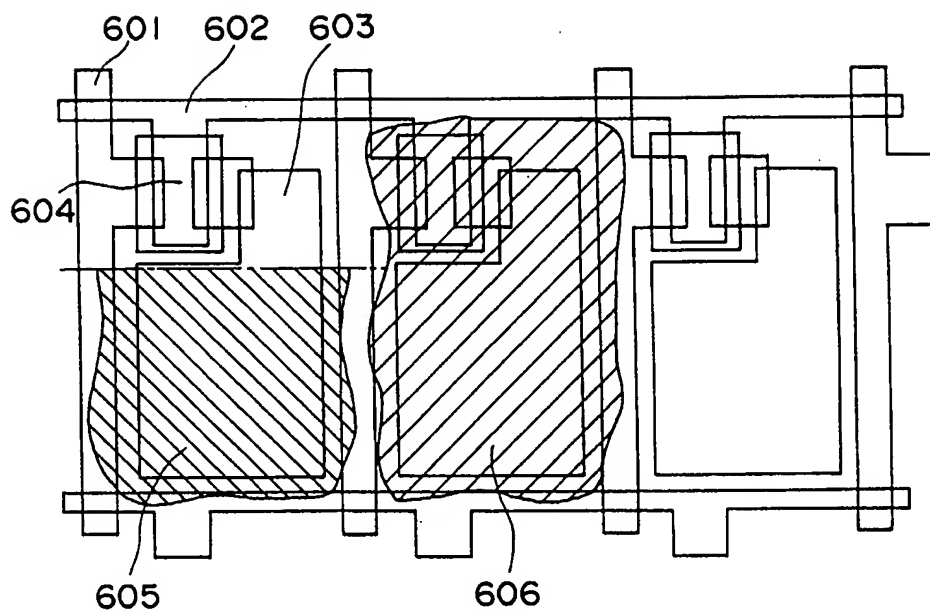


7/15

第 7 図

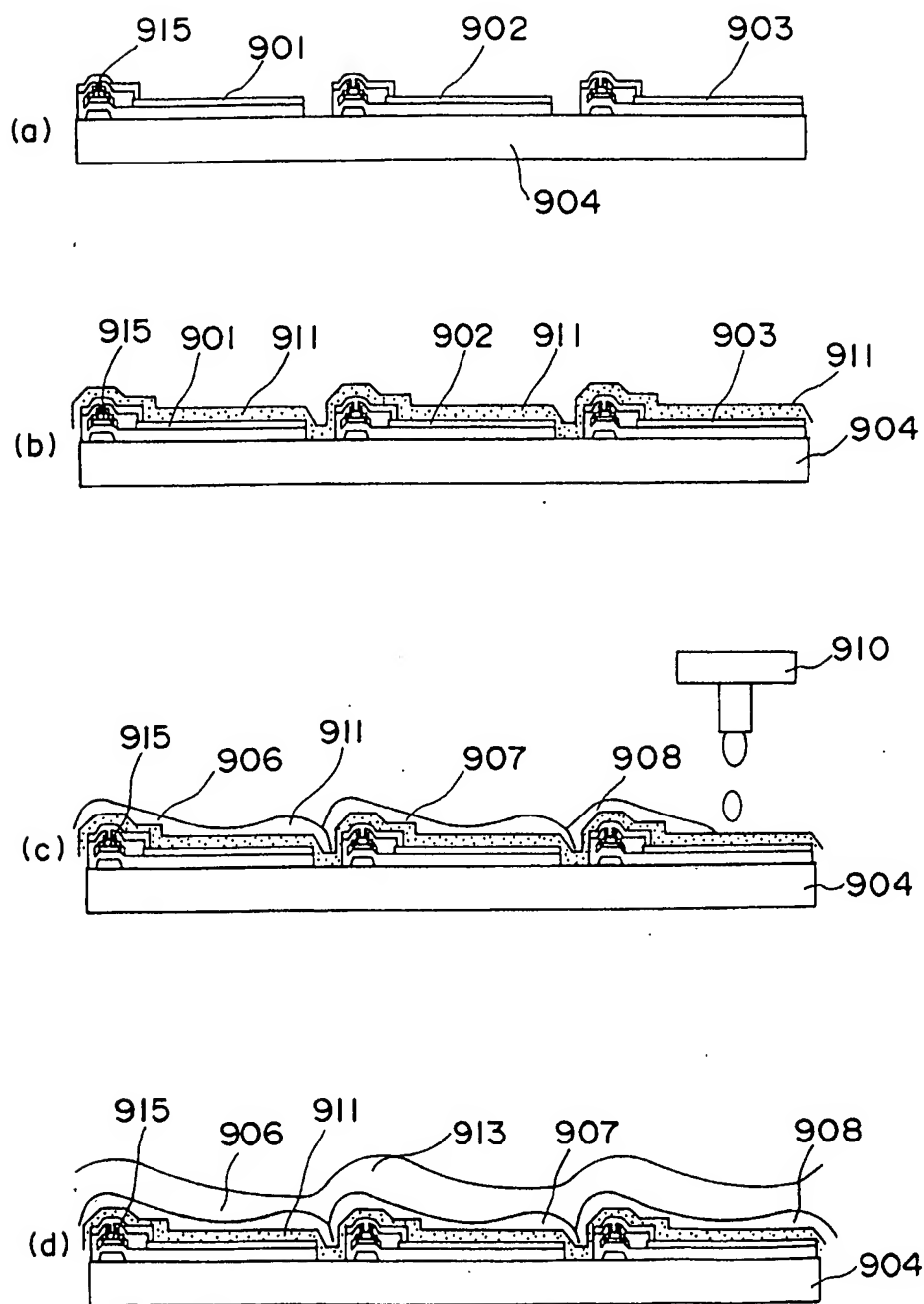


第 8 図



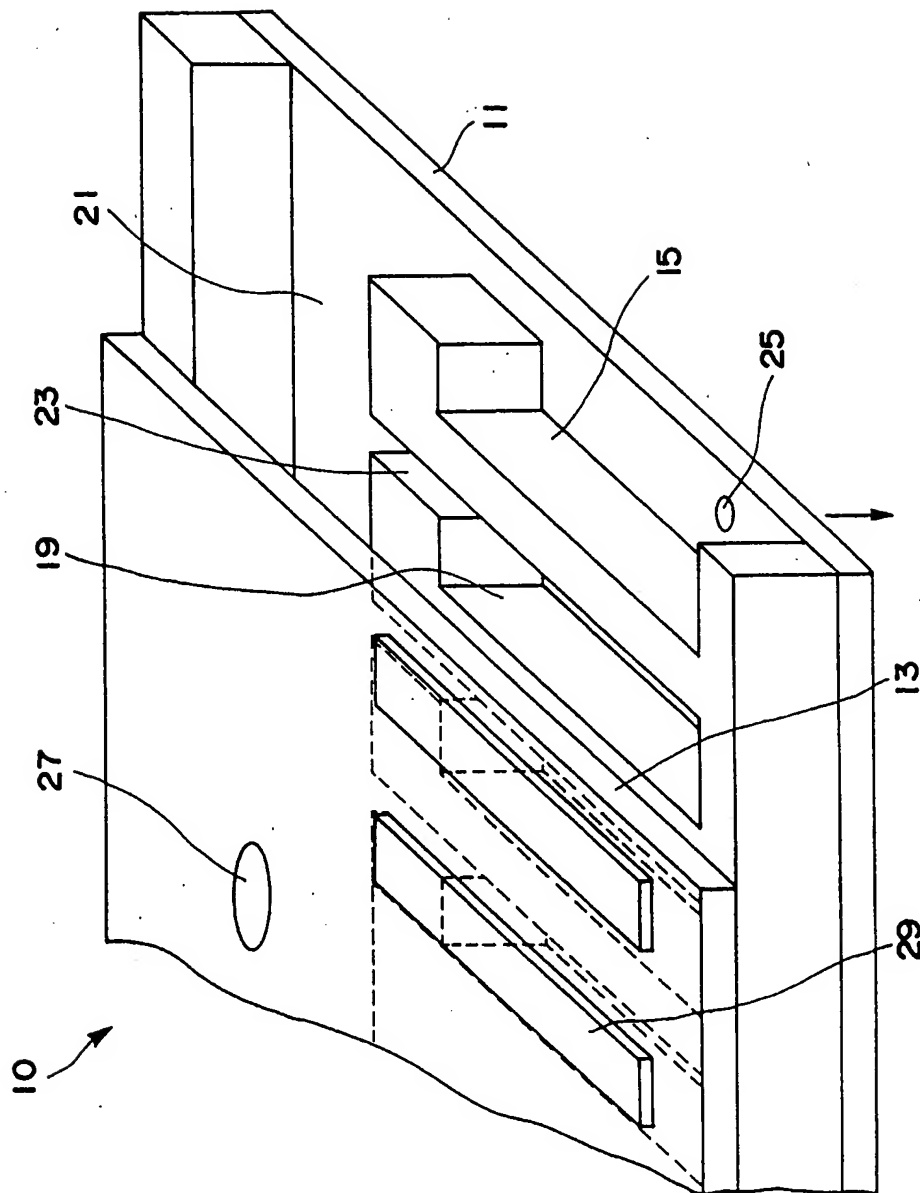
9/15

第 9 図



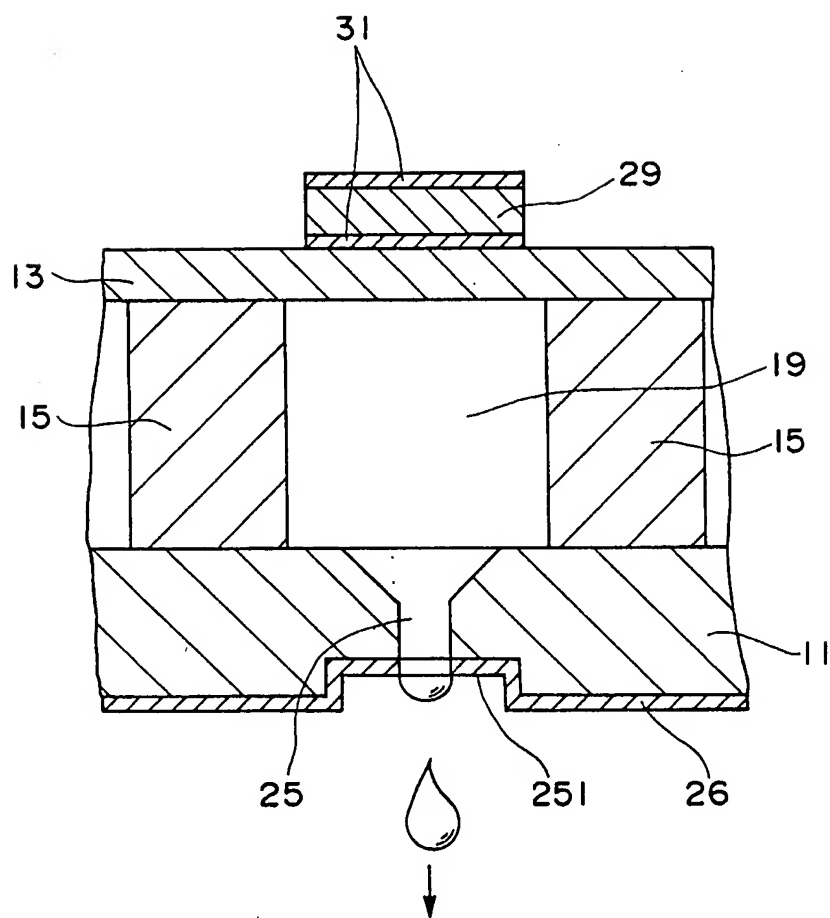
10/1.5

第 10 図



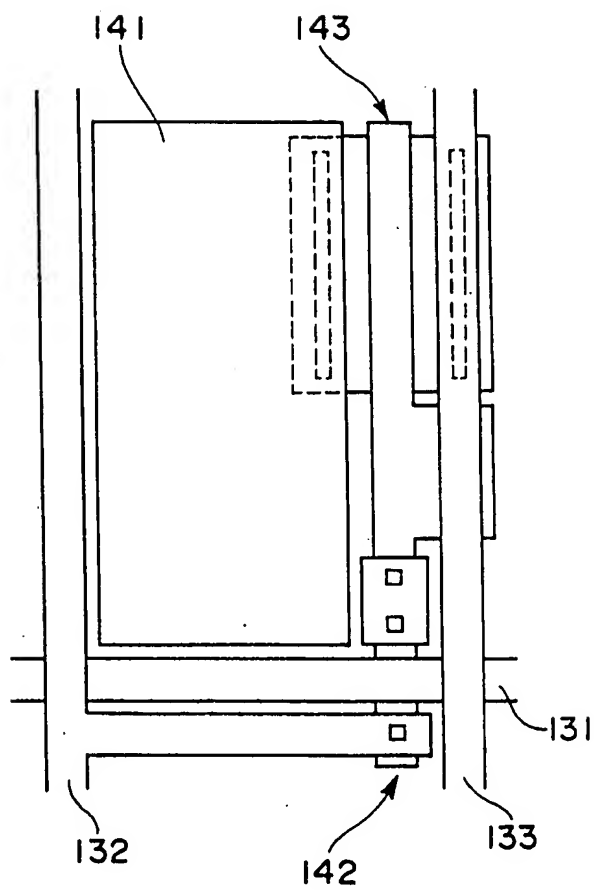
11/15

第 11 図



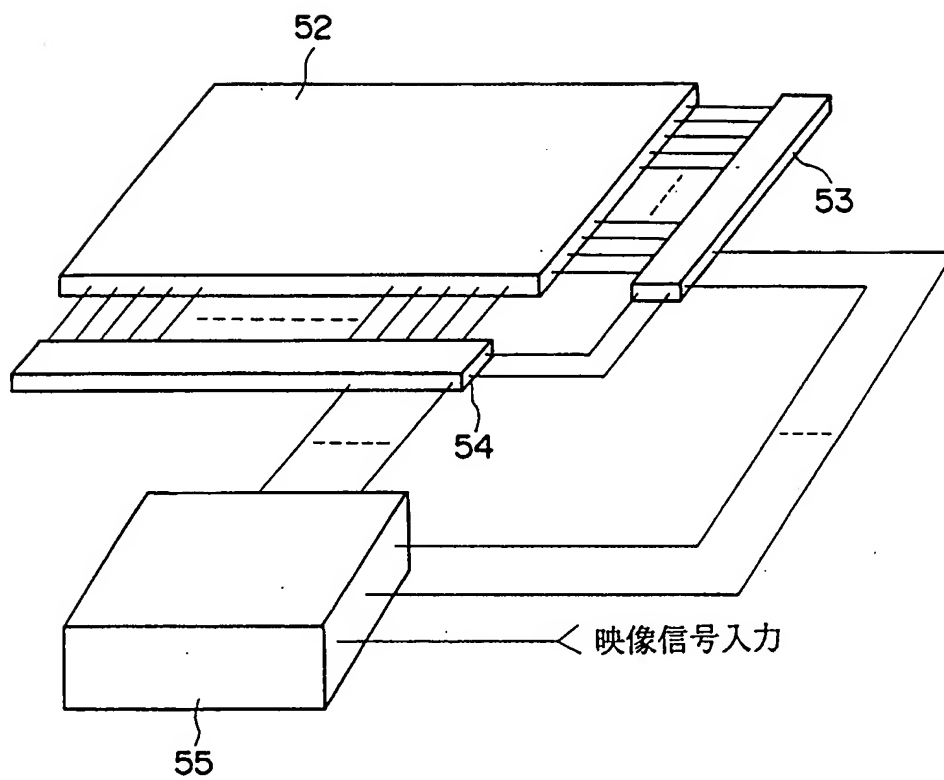
12/15

第 1 2 図

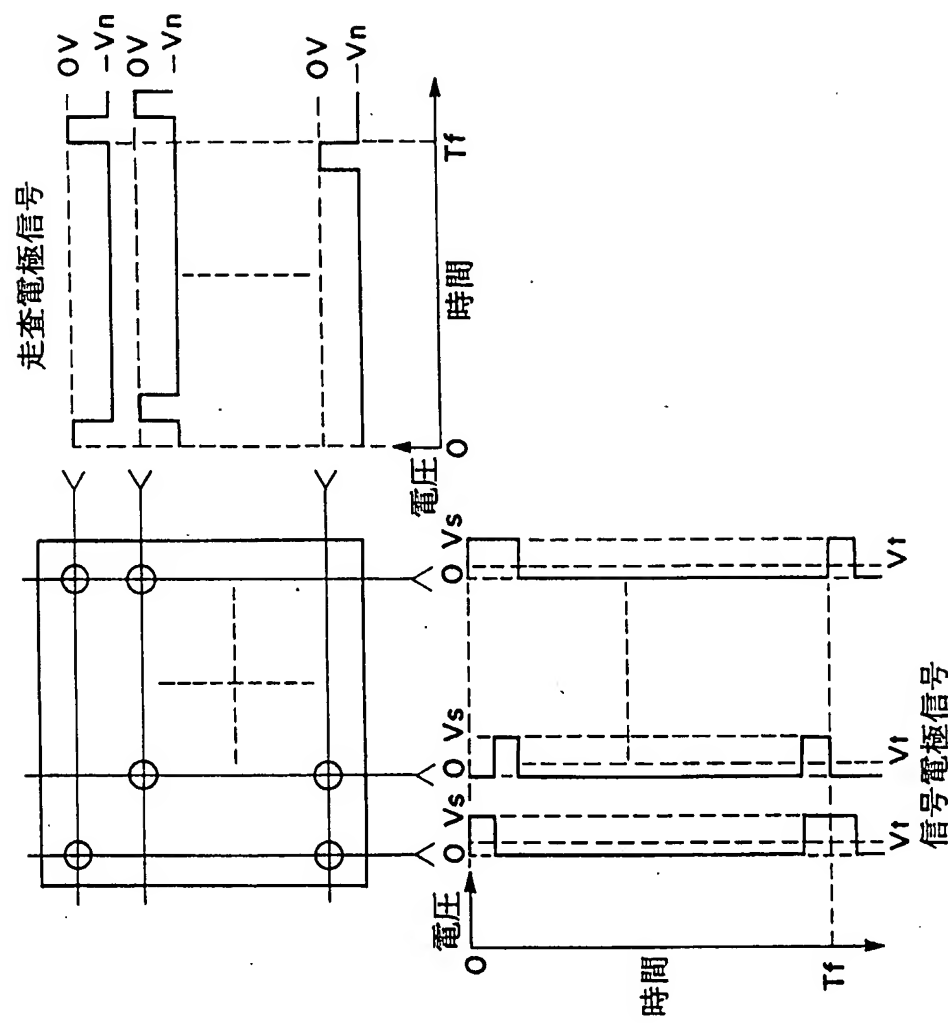


13/15

第 13 図



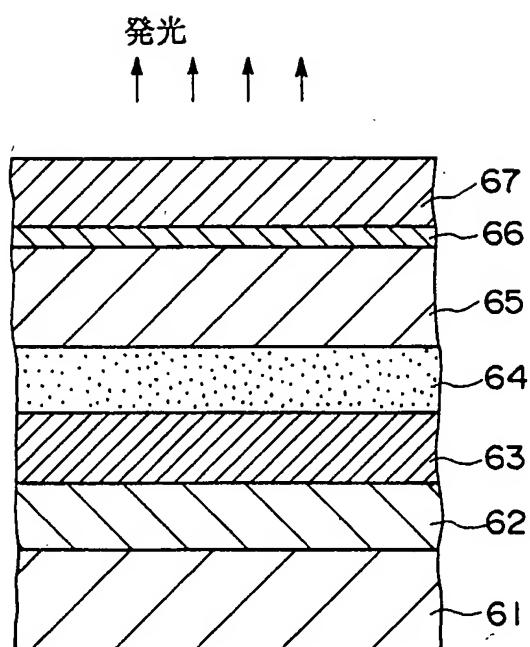
第 14 図





15/15

第 15 図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/04283

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl<sup>6</sup> H05B33/10; H05B33/14, G09F9/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl<sup>6</sup> H05B33/00-33/28, G09F9/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                            |             |
|----------------------------|-------------|
| Jitsuyo Shinan Koho        | 1926 - 1998 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho  | 1971 - 1998 |
| Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994 - 1998 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No.           |
|-----------|--|---------------------------------|
| X         | JP, 7-235378, A (Casio Computer Co., Ltd.),<br>September 5, 1995 (05. 09. 95);     | 1-3, 5,<br>12-15, 17            |
| Y         | Column 7, line 31 to column 8, line 48<br>(Family: none)                           | 4, 5, 9-12,<br>16, 17,<br>19-24 |
| A         |  | 6-8, 18-20                      |
| Y         | JP, 7-294916, A (Toray Industries, Inc.),<br>November 10, 1995 (10. 11. 95),       | 4, 5, 9-12,<br>16, 17,<br>20-24 |
| A         | Column 3, line 48 to column 4, line 31;<br>column 5, lines 21 to 29 (Family: none) | 8, 20                           |
| Y         | JP, 7-169567, A (Idemitsu Kosan Co., Ltd.),<br>July 4, 1995 (04. 07. 95),          | 10-12, 22-24                    |
|           | Column 21, line 32 to column 22, line 31;<br>Fig. 3 (Family: none)                 |                                 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
February 6, 1998 (06. 02. 98)Date of mailing of the international search report  
February 24, 1998 (24. 02. 98)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/04283

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y         | JP, 5-258860, A (Eastman Kodak Co.),<br>October 8, 1993 (08. 10. 93),<br>Column 7, line 48 to column 8, line 41; Fig. 2<br>& US, 5294870, A & EP, 550063, A2 | 19 - 24               |
| A         |  | 8, 19                 |

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 97/04283

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>6</sup> H05B 33/10  
H05B 33/14  
G09F 9/30

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>6</sup> H05B 33/00-33/28  
G09F 9/30

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1998年  
日本国公開実用新案公報 1971-1998年  
日本国登録実用新案公報 1994-1998年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリ* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示  | 関連する<br>請求の範囲の番号          |
|----------------|--|---------------------------|
| X              | J P, 7-235378, A (カシオ計算機株式会社), 5. 9月. 1995 (05. 09. 95) 第7欄第31行目~第8欄第48行目 (ファミリーなし)              | 1-3, 5, 12-15, 17         |
| Y              |  | 4, 5, 9-12, 16, 17, 19-24 |
| A              |  | 6-8, 18-20                |
| Y              | J P, 7-294916, A (東レ株式会社), 10. 11月. 1995 (10. 11. 95) 第3欄第48行目~第4欄第31行目, 第5欄21行目~第29行目 (ファミリーなし) | 4, 5, 9-12, 16, 17, 20-24 |
| A              |  | 8, 20                     |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリ

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06. 02. 98

国際調査報告の発送日

24 02.98

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号100

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

見 目 省 二

3 K

9 6 2 2

電話番号 03-3581-1101 内線 3333

様式PCT/ISA/210 (第2ページ) (1992年7月)

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |   |                  |
|-----------------------|---|------------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示   | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
| Y                     | J P, 7-169567, A (出光興産株式会社), 4. 7月. 1995 (04. 07. 95) 第21欄第32行目~第22欄第31行目, 第3図 (ファミリーなし). | 10-12, 22-24     |
| Y                     | J P, 5-258860, A (イーストマン コダック カンパニー), 8. 10月. 1993 (08. 10. 93) 第7欄第48行目~第8欄第41行目, 第2図&U  | 19-24            |
| A                     | S, 5294870, A&EP, 550063, A2  | 8, 19            |

様式PCT/ISA/210 (第2ページの続き) (1992年7月)